



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

MEMORIA

Pablo Ayarra Larreta

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 14/11/2013

# 1. Memoria

1.1 OBJETO .....	1
1.2 ALCANCE.....	1
1.3 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN Y TITULAR.....	1
1.4 EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	1
1.5 REGLAMENTACIÓN .....	2
1.6 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA, SUPERFICIES Y ALTURAS .....	3
1.7 CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD .....	4
1.8 PREVISIÓN DE CARGAS.....	5
1.9 SUMINISTRO DE ENERGÍA .....	5
1.10 DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS.....	6
1.11 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN .....	8
1.12 ILUMINACIÓN.....	9
1.12.1 Iluminación interior .....	9
1.12.2 Iluminación exterior .....	13
1.12.3 Alumbrado de emergencia y señalización.....	13
1.12.4 Accionamiento de luminarias.....	18
1.13 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	19
1.13.1 Introducción .....	19
1.13.2 Cálculo sección de los conductores.....	19
1.13.2.1 Criterio térmico .....	19
1.13.2.2 Caída de tensión .....	20
1.13.3 Preinscripciones generales.....	21
1.13.3.1 Naturaleza de los conductores .....	21
1.13.4 Sistemas de canalización.....	21
1.13.4.1 Canalizaciones .....	21
1.13.4.2 Tubos protectores .....	22
1.14 RECEPTORES.....	23
1.14.1 Introducción .....	23
1.14.2 Instalación de receptores, motores .....	23
1.14.3 Instalación de receptores, alumbrado .....	24
1.15 TOMAS DE CORRIENTE.....	24
1.15.1 Introducción .....	24
1.15.2 Tipos de tomas de corriente .....	24
1.15.3 Situación y número de tomas de corriente.....	24
1.16 INTERRUPTORES Y CONMUTADORES .....	26
1.17 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA .....	26
1.18 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES .....	27
1.18.1 Soluciones adoptadas.....	28
1.18.1.1 Conductores .....	28
1.18.1.2 Canalizaciones .....	29
1.19 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....	29
1.19.1 Introducción .....	29
1.19.2 Conceptos básicos .....	30
1.19.3 Protección de la instalación .....	31
1.19.3.1 Protección contra sobrecargas.....	31
1.19.3.2 Protección contra cortocircuitos.....	32
1.19.3.3 Cálculo de las corrientes de cortocircuito .....	33
1.19.3.4 Cálculo de las impedancias.....	35
1.19.4 Protección de las personas.....	37
1.19.4.1 Protección contra contactos directos.....	38
1.19.4.2 Protección contra contactos indirectos.....	38



1.20 PUESTA A TIERRA .....	40
1.20.1 Introducción .....	40
1.20.2 Descripción de la puesta a tierra.....	40
1.20.3 Elementos que constituyen la puesta a tierra .....	41
1.20.3.1 El terreno .....	41
1.20.3.2 Tomas de tierra .....	41
1.20.3.2.1 Electrodo .....	41
1.20.3.2.2 Líneas de enlace con tierra .....	42
1.20.3.2.3 Punto de puesta a tierra .....	42
1.20.3.2.4 Línea principal de tierra .....	42
1.20.3.2.5 Derivaciones de las líneas principales de tierras .....	43
1.20.3.2.6 Conductores de protección.....	43
1.20.4 Elementos a conectar a la toma de tierra .....	43
1.21 COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	44
1.22 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	44
1.22.1 Introducción .....	44
1.22.2 Reglamentación y disposiciones oficiales .....	40
1.22.3 Tipos de centros de transformación .....	40
1.22.4 Ubicación.....	45
1.22.5 Características generales del CT.....	46
1.22.6 Descripción de la instalación.....	46
1.22.7 Instalación eléctrica.....	48
1.22.7.1 Introducción.....	48
1.22.7.2 Red de alimentación del centro.....	49
1.22.7.3 Aparamenta en MT características generales .....	49
1.22.7.4 Celdas de MT y transformador, características .....	51
1.22.7.5 Características de los cuadros de BT .....	54
1.22.8 Puesta a tierra del centro .....	55
1.22.9 Instancias.....	55
1.22.10 Aislamiento.....	55
1.22.11 Instalaciones secundarias del CT.....	56
1.23 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	56

# 1. Memoria

## 1.1. Objeto

La finalidad del presente proyecto consiste en el diseño de una instalación eléctrica en baja tensión, que suministre energía a los diferentes edificios de una empresa, dedicada a la fabricación de piezas para automoción, así como de su centro de transformación.

A su vez, se pretende exponer ante los organismos competentes que la instalación reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la autorización administrativa y la de ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

Además se definirá el emplazamiento, el espacio disponible para cada uno de los elementos que conforman el estudio y las medidas correctoras pertinentes. Todos ellos serán descritos en los sucesivos apartados de la memoria.

## 1.2. Alcance

El ámbito de aplicación del proyecto se centra en la totalidad de la instalación eléctrica de la nave industrial, teniendo en consideración la correcta aplicación de las normas vigente en beneficio de la seguridad de las personas que trabajan en estas instalaciones.

Este proyecto se centrará en realizar todos los cálculos necesarios para hacer la instalación eléctrica, además se realizará un estudio lumínico para optimizar la elección y ubicación de las luminarias en cada una de las estancias.

Los diseños que se realizarán en este proyecto son los siguientes:

- Centro de transformación propio de media a baja tensión.
- Puestas a tierra del centro de transformación y de la instalación eléctrica de las naves.
- Instalación de alumbrado general tanto interior como exterior y de emergencia.
- Instalación de fuerza y tomas de corriente.
- Protección eléctrica de las líneas que alimentan todas las instalaciones.
- Corrección del factor de potencia de la instalación eléctrica mediante una batería de condensadores.

## 1.3. Promotor de la instalación y titular

La promotora de la instalación es la empresa Construcciones y Edificaciones ACR y el titular de la misma es Fundición y Mecanizado Gazolaz S.A.

## 1.4. Emplazamiento y descripción del edificio

La nave se sitúa en el término municipal de Zizur Mayor exactamente en el Polígono 3, parcela 434, tal y como se muestra en el plano de situación.

## 1.5. Reglamentación

Tanto la realización del presente proyecto, como la ejecución del mismo, se realizarán de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento:

-REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.

Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.

-NORMAS UNE Y RECOMENDACIONES UNESA QUE SEAN DE APLICACIÓN.

-NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.

-REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982.

-NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN, así como la NORMA TECNOLÓGICA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE PUESTA A TIERRA.

-REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES. Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre.

-LEY 31/1995, de 8 de noviembre, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

-Otras normativas y reglamentaciones de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

## 1.6. Descripción de la parcela, superficies y alturas

La parcela donde se construirá la Nave Industrial dispondrá de una superficie de 5026m<sup>2</sup>, de los cuales 2780 m<sup>2</sup> están contruidos; oficinas planta baja, superficie total 465,71 m<sup>2</sup>, oficinas planta primera, superficie total 478m<sup>2</sup>, zona de producción, superficie total 922 m<sup>2</sup>, almacén, y zona de carga superficie total 920 m<sup>2</sup>, cada uno se distribuye como se indica en la tabla adjunta:

Oficinas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Oficinas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Producción	Superficie (m <sup>2</sup> )
<b>Planta baja</b>		<b>Planta 1</b>		Horneado y conformado	117,85
Vestuario masculino	18,26	Aseo chicos 4	7,96	Soldadores	82,44
Vestuario femenino	18,27	Aseo chicas 4	7,57	mecanizado 1	71,74
Aseo chicos 2	10,17	Archivos	15,64	mecanizado 2	81,07
Aseo chicas 2	10,17	Director de personal	50,09	compresores	91,12
Recursos humanos	28,78	Director comercial	34,74	corte de piezas	123,42
Botiquín	23,88	Sala de juntas	63,44	mecanizado 3	74,00
Mantenimiento	42,79	Administración	67,47	zonas de paso	280,73
Director técnico	52,11	Administración comercial	25,04		
Sala de climatización	14,8	Sala de informática	28,47		
Limpieza	21,17	Director gerente	36,24		
Sala de visitas	44,33	Sala de reuniones	54,97	<b>Total</b>	<b>922,37</b>
Sala de espera	6,9	Aseo chicos 3	7,73	<b>Almacén, carga y descarga</b>	Superficie (m <sup>2</sup> )
Escaleras	2,55	Aseo chicas 3	7,96		
Hall	11,99	Hall	12		
Comedor	91,97	Pasillo	48,7	Almacén	563,77
Aseo chicos 1	7,38	Sala de espera	6,9	Carga y descarga	355,55
Aseo chicas 1	7,96				
Pasillo	52,23				
<b>Total planta baja</b>	<b>465,71</b>	<b>Total planta 1ª</b>	<b>474,92</b>	<b>Total</b>	<b>919,32</b>
<b>Total</b>	<b>2782,31</b>				

Distribución de alturas:

Zona	Altura (m)
Locales sin falso techo	3
Locales con falso techo	2,8
Producción	9
Almacén	9

En la zona exterior se dispondrá de:

- Centro de transformación de abonado, prefabricado tipo PFU4 Ormazabal de 10,615 m<sup>2</sup>, con las celdas de línea, protección y medida así como transformador.
- Espacio abierto con pasos para el tránsito de carretillas camiones y peatones, debidamente señalados.



## 1.7. Clasificación de la actividad

La empresa que va a ser objeto de estudio se dedica a la fabricación de distintas piezas metálicas para la automoción. El proceso parte desde la fundición hasta el mecanizado final, pasando por distintos procesos intermedios, como el soldeo de pequeñas partes adicionales.

Según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), se clasifica la actividad de este local como:

Actividad 28.1.5              Fabricación de cojinetes, engranajes y órganos mecánicos de transmisión.

## 1.8. Previsión de cargas

A continuación se han detallado toda la maquinaria, tomas de corriente y demás elementos consumidores:

Oficinas	Potencia (W)	Nº fases	Unidades	cos $\varphi$	Factor de uso	Potencia total (KVA)
Circuito enchufes 16A	3680	3	2	0,95	0,3	2,324
Circuito enchufes 16A baños	3680	3	2	0,95	0,1	0,775
Circuito enchufe 10A inform.	2300	3	2	0,95	0,4	1,937
SAI	1875	3	1	0,75	1	2,500
Climatización	3600	3	2	0,8	0,8	7,200
<b>Potencia total (KVA)</b>						<b>14,736</b>
Producción	Potencia (W)	Nº fases	Unidades	cos $\varphi$	Factor de uso	Potencia total (KVA)
Hornos	30.000	3	1	0,85	1	35,294
Punzonadora	32.000	3	1	0,85	1	37,647
Corte Láser	28.000	3	1	0,9	1	31,111
Cinta transportadora	3.000	3	1	0,86	0,8	2,791
Extractor	3000	3	1	0,9	0,8	2,667
Roscadora	3200	3	1	0,87	0,8	2,943
CNC	4200	3	2	0,86	0,8	7,814
Torno	3600	3	2	0,86	0,8	6,698
Esmeril	2000	3	1	0,87	0,8	1,839
Sierra Manual	3000	3	1	0,87	0,8	2,759
Compresor	5000	3	2	0,9	0,8	8,889
Plegadora	6800	3	1	0,9	0,6	4,533
Soldadura	6000	3	2	0,7	0,8	13,714
Tomas corriente monofásicas	3.680	3	3	1	0,3	3,312
Tomas corriente trifásicas	11.085	3	3	1	0,5	16,628
motor puerta	1500	3	1	0,9	0,2	0,333
<b>Potencia total (KVA)</b>						<b>178,971</b>
Almacén	Potencia (W)	Nº fases	Unidades	cos $\varphi$	Factor de uso	Potencia total (KVA)
Puente grúa	15000	3	2	0,85	0,7	24,706
Tomas trifásicas carretillas	9000	3	2	1	1	18,000
Puerta almacén	1500	3	3	0,9	1	5,000
Tomas corriente monofásicas	3.680	3	2	1	0,3	2,208
Tomas corriente trifásicas	11.085	3	2	1	0,5	11,085
<b>Potencia total (KVA)</b>						<b>60,999</b>
<b>Potencia total (KVA)</b>						<b>254,706</b>

## 1.9. Suministro de energía

Iberdrola abastece de energía al polígono industrial en el que está ubicada la nave mediante una red de distribución subterránea de media tensión, a 13,2 KV y 50 Hercios.

## 1.10. Distribución de los cuadros

Cada edificio posee su propio cuadro general que distribuye a los cuadros secundarios correspondientes:

- **Cuadro general baja tensión (CGD).** Situado en la fachada exterior, desde él parten las líneas hacia el alumbrado exterior, los cuadros auxiliares de producción, los cuadros de las oficinas y la zona del almacén. Todas ellas debidamente protegidas.
- **Cuadro auxiliar producción (C1).** Situado en la nave de producción junto a uno de los pasillos de paso de personal a la zona de producción. Contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan la el horno, la maquinaria y las líneas que alimentan las tomas de corriente de la zona de horneado y conformado.
- **Cuadro auxiliar producción (C2).** Se sitúa en la zona de producción en la pared sur, alimenta la maquinaria y las tomas de corriente de la zona de soldadores y las zonas de mecanizado 1 y 2.
- **Cuadro auxiliar producción (C3)** Se sitúa en la zona de producción en la pared norte, alimenta la maquinaria y las tomas de corriente de la zona de compresores y las zonas de corte y mecanizado 3.
- **Cuadro auxiliar alumbrado de producción (C4)** Se sitúa junto al cuadro auxiliar C1, alimenta todos los circuitos de iluminación de la zona de producción y del alumbrado de emergencia.
- **Cuadro auxiliar almacén (C5.0).** Esta situado dentro de la nave del almacén, en la pared este junto a un pasillo de acceso del personal. De él se alimenta el circuito de alumbrado, alumbrado de emergencia; las tomas de corriente, carga de carretillas, así como el cuadros secundarios del la zona de carga.
- **Cuadro auxiliar zona de carga (C5.1).** Está ubicado en el almacén en la zona de carga. Alimenta el circuito de iluminación de la zona de carga, alumbrado de emergencia, tomas de corriente, así como los puentes grúa.
- **Cuadro planta baja oficina (C6.0).** Se localiza en el hall de la planta baja de las oficinas, suministra corriente al circuito de alumbrado, alumbrado de emergencia, equipo de climatización, tomas de corriente.
- **Cuadro primera planta oficina (6.1).** Se localiza en el hall de la primera planta de las oficinas, suministra corriente al circuito de alumbrado, alumbrado de emergencia, equipo de climatización y tomas de corriente.

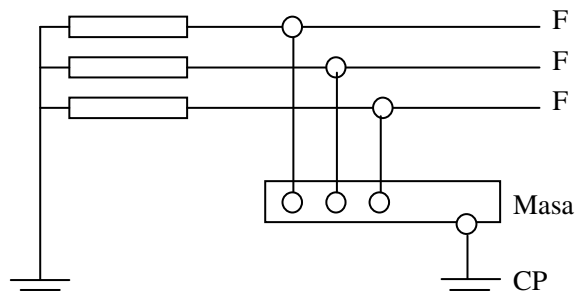
El cuadro general de baja tensión del centro de transformación se describe en el apartado del transformador.

## 1.11. Esquema de distribución

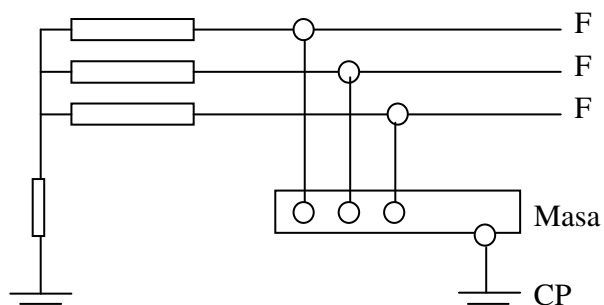
Para determinar las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de falta a tierra (contactos indirectos) y contra sobre intensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro. Existen 3 tipos de esquemas de distribución, TT, IT y TN, cuyos esquemas se detallan a continuación.

Esquema TT:

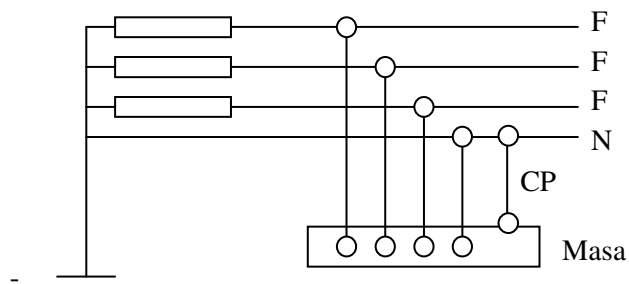


Esquema IT:



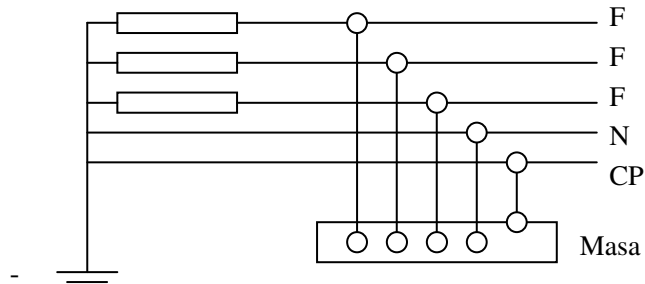
Esquemas TN:

- Esquema TNC:

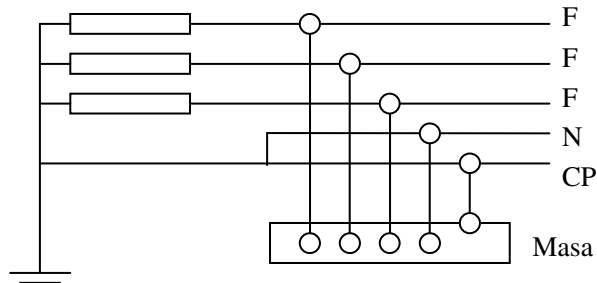


- Esquema TNS:





- Esquema TNCS:



El esquema de distribución escogido es el TT, (neutro conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación, tal y como se indica en la ITC-08 del RBT 2002.)

Con este esquema se deben colocar diferenciales para proteger la instalación y a los usuarios ante cualquier defecto a tierra. A continuación se muestra porqué han sido seleccionados:

- El esquema IT es la solución más segura, pero la complejidad que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación obliga a desechar esta opción.
- El esquema TN es muy parecido al TT. Este último es el más utilizado en este tipo de instalaciones, debido a las ventajas que presenta en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios. La principal ventaja del régimen TT es que la seguridad de la instalación está en función de la resistencia de utilización, la del usuario ( $R_u$ ), puede ser controlada, de esta manera la seguridad está en manos de la empresa.

## 1.12. Iluminación

### 1.12.1 Iluminación interior

Para la realización de los cálculos lumínicos se han definido diferentes zonas en la nave de producción, a parte de las delimitadas por tabiques, de acuerdo con la actividad que vaya a desempeñarse.

Cada zona estará dotada de un alumbrado general, con el que se procurará que el nivel de iluminación sea lo más uniforme posible, además contará con un alumbrado auxiliar para el pasillo principal que facilite el acceso a cada zona de trabajo cuando el alumbrado general esté apagado.

La luminancia media, medida en luxes, requerida por cada zona se establece según el CTE HE 3.

La elección de los equipos se realiza en base a los siguientes criterios, facilidad de la instalación, confort, rendimiento y economía:

- El confort luminoso viene dado por la cantidad y calidad de luz que proporciona el sistema de luminarias. Se tiene en cuenta el flujo lumínico que debe incidir sobre el área a iluminar, la reflexión, temperatura de color e índice de reproducción cromática.
- Se entiende por rendimiento luminoso de un aparato de alumbrado, a la relación entre el flujo emitido al exterior del aparato y el de la fuente o de las lámparas en él contenidas.
- La eficiencia luminosa de la lámpara es la relación entre el flujo emitido por la lámpara misma y la potencia eléctrica utilizada para generarlo, que determina a su vez la economía del modelo escogido, su coste total y su duración en el tiempo.

Para la elección de las lámparas se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Potencia: La energía eléctrica que consume la lámpara para su funcionamiento.
- Flujo luminoso: Es la cantidad de luz emitida por una fuente en la unidad de tiempo. Su unidad representativa es el Lumen. La relación entre flujo luminoso y potencia determina la eficiencia luminosa en lumen / vatio.
- Rendimiento luminoso: El rendimiento luminoso de un aparato de alumbrado es la relación entre el flujo emitido al exterior del aparato ( $F_a$ ) y el de la fuente o de las fuentes (lámparas) en él contenidas ( $F_l$ ). Su fórmula de cálculo es  $\eta = F_a / F_l$ , viene dado en unidades adimensionales.
- Posición de funcionamiento: La colocación del foco en la dirección de la perpendicular del plano a iluminar, determina la cantidad de flujo luminoso incidente en cada punto de la superficie iluminada.
- Coste: Se procura el coste más económico posible.

De acuerdo con los argumentos citados se han escogido las luminarias que se detallan en la siguiente tabla:

	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP	Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465
<b>Oficinas</b>					
<b>OFICINA PLANTA BAJA</b>					
Vestuari masculino		2			
Vestuario femenino		2			
Aseo chicos 2	3		2		
Aseo chicas 2	3		2		
Recursos humanos		4			
Botiquin		6			
Mantenimiento		6			
Director tecnico		8			
Sala de climatizacion		3			
Limpieza		3			
Sala de visitas		6			
Sala de espera planta baja			2		
Escaleras		2			
Hall planta baja			2		
Comedor		13			
Aseo chicos 1	2		1		
Aseo chicas 1	2		1		
Pasillo planta baja				12	

	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP	Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465
<b>OFICINA PRIMERA PLANTA</b>					
Aseo chicos 4	2		1		
Aseo chicas 4	2		1		
Archivos		2			
Director de personal		6			
Director comercial		6			
Sala de juntas		8			
Administracion		8			
Administracion comercial		4			
Sala de informatica		4			
Director gerente		6			
Sala de reuniones		10			
Aseo chicos 3	2		1		
Aseo chicas 3	2		1		
Hall 2ª planta			2		
Pasillo 2ª planta				9	
Sala de espera planta 1ª			2		

	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP	Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465
<b>Producción</b>					
Zona de Compresores					6
Zona de Horneado y moldeado					6
Zona de corte					6
Zona de Mecanizado 1					6
Zona de Mecanizado 2					6
Zona de Mecanizado 3					6
Zona de soldadores					6
Zonas de paso					15
<b>Almacén</b>					
Zona de racks					12
Zonas de paso				12	
Zona de carga					9
<b>Total</b>	18	109	18	33	84

El cálculo se ha realizado utilizando un programa informático de análisis luminotécnico, DIALux 4.10, que puede ser descargado gratuitamente de su página web. En él, los fabricantes de luminarias ponen a disposición del usuario bases de datos para realizar los cálculos con sus propias luminarias.

La función de este programa es calcular las iluminancias y las luminancias sobre todas las superficies del ambiente, mobiliarios incluidos, considerando también las sombras que dichos muebles crearán, así como las texturas que los constituyen. El sistema procesa los datos de forma matricial en todos los puntos de la superficie.

La base de datos y cálculo del programa informático proporcionan los cálculos necesarios para el estudio lumínico; sólo precisa ingresar los datos de las dimensiones del local, iluminancia media requerida, tipo de luminaria y lámpara escogida. El programa devuelve un esquema con el número de luminarias necesarias, su distribución geométrica y un detallado informe fotométrico del volumen y la superficie iluminada.

La distribución geométrica de cada luminaria queda completamente definida en el apartado planos del proyecto.

DIALux 4.10 resulta una herramienta muy precisa y productiva; ahorra mucho tiempo dedicado a cálculos analíticos, y proporciona una información minuciosa de todos los puntos de la superficie objeto de estudio.

Realizamos de forma analítica el estudio lumínico de una superficie ya calculada mediante DIALux para ver las diferencias entre el método de los lúmenes y el cálculo matricial empleado por el software. Dicho estudio lo podemos encontrar dentro de la sección Cálculos en el apartado de iluminación. Cabe indicar que el método de los lúmenes está un tanto desfasado y los fabricantes han dejado de ofrecer en las hojas de características de sus luminarias el Factor de Utilización, necesario para dicho método.

Los resultados del estudio lumínico los encontraremos en el anexo del presente proyecto.

NOTA: Cada línea de alumbrado, sea del tipo que sea, no alimentará a más de 10 luminarias. El objetivo es evitar que salten los diferenciales por causa de las pequeñas fugas de corriente que tienen las luminarias y que puedan alterar el correcto funcionamiento de la empresa.

### 1.12.2. Iluminación exterior

Se han elegido luminarias indicadas para exteriores que serán colocadas en las fachadas, proporcionando durante la noche, visibilidad suficiente en los distintos accesos y zonas de paso. Las luminarias escogidas son SNF 100 SNF100 SDW-T50W, estarán instaladas a 4 metros de altura sobre el suelo.

### 1.12.3. Alumbrado de emergencia

Conforme a lo indicado en la **ITC-BT-28** del RBT, los alumbrados especiales tienen por objeto corregir los riesgos que pueden derivarse de un fallo imprevisto de los alumbrados normales, restableciendo inmediatamente un nivel de iluminación adecuado, ya sea en centros de trabajo o en establecimientos con público.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 10 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, éstos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 10.

Se distinguen dos tipos de alumbrado especial, de emergencia y de señalización:

-Alumbrado de señalización

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el periodo que permanezca con personas. Deberá estar alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuentes propias de energía eléctrica admitida.

Deberá proporcionar una iluminación mínima de un lux en el eje de los pasos principales. Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

Si los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

-Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil de las personas hacia el exterior. Solamente puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux. Además, en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación de emergencia será como mínimo de 5 lux. Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70% de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos de más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.

- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para calcular el nivel de iluminación se considera nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos. Hay que considerar un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.

Como regla práctica para distribución de las luminarias de emergencia, se determina que:

- La iluminancia mínima será de 5 lux.
- El flujo luminoso mínimo será de 30 lúmenes.

Criterio de ubicación de las luminarias de emergencia:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Junto a todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Cerca de todos los cambios de dirección.
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- Cerca de los puestos de socorro.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

Los alumbrados de emergencia se pueden clasificar:

En función de la fuente de alimentación:

- Luminarias autónomas: Se caracterizan porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo.
- Luminarias centralizadas: Se caracterizan porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias.

En función del tipo de luminaria utilizada:

- Luminarias permanentes: Son luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente. De manera que se efectúa al unísono un doble alumbramiento, normal y de emergencia.
- Luminarias no permanentes: son luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal, es decir, cuando se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.
- Luminarias combinadas: son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica para el alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal, de manera que parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal, y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal.

Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas:

Se utilizarán luminarias autónomas y no permanentes con señalización en la misma luminaria, de marca Legrand. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados, autonomía, potencia de las lámparas, índices de protección



y tipo de acumuladores de carga. Las características principales de estas lámparas se pueden consultar en el catálogo del fabricante.

Serán colocadas a diferentes alturas dependiendo del local donde se vayan a instalar. En zonas con falso techo como son, el área de oficinas, vestuarios, recibidor, pasillos... se colocarán a una altura de 2,30 metros.

En los locales con grandes alturas como es el caso de la zona de producción y los almacenes, se colocarán a una altura superior a 3,5 metros del suelo, y además, si se requiere se contará con luminarias de emergencia suspendidas del techo para las zonas de paso de la nave.

A continuación se detalla el número de luminarias de emergencia, así como la marca y el modelo escogido:

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
<b>OFICINA PLANTA BAJA</b>							
Vestuario masculino	18,26	5	91,3	Legrand L31 661019	1	100	100
Vestuario femenino	18,27	5	91,35	Legrand L31 661019	1	100	100
Aseo chicos 2	10,17	5	50,85	Legrand L31 661020	1	100	100
Aseo chicas 2	10,17	5	50,85	Legrand L31 661021	1	100	100
Recursos humanos	28,78	5	143,9	Legrand G5 061761	1	155	155
Botiquín	23,88	5	119,4	Legrand G5 061761	1	155	155
Mantenimiento	42,79	5	213,95	Legrand G5 061761	2	155	310
Director técnico	52,11	5	260,55	Legrand G5 061761	2	155	310
Sala de climatización	14,8	5	74	Legrand L31 661019	1	100	100
Limpieza	21,17	5	105,85	Legrand G5 061761	1	155	155
Sala de visitas	44,33	5	221,65	Legrand G5 061761	2	155	310
Sala de espera planta baja	6,9	5	34,5	Legrand L31 661019	1	100	100
Escaleras	2,55	5	12,75	Legrand L31 661019	1	100	100
Hall planta baja	11,99	5	59,95	Legrand L31 661019	1	100	100
Comedor	91,97	5	459,85	Legrand G5 061776	2	310	620
Aseo chicos 1	7,38	5	36,9	Legrand L31 661019	1	100	100
Aseo chicas 1	7,96	5	39,8	Legrand L31 661019	1	100	100
Pasillo planta baja	52,23	5	261,15	Legrand L31 661019	7	100	700
<b>TOTAL=</b>	<b>465,71</b>		<b>2328,55</b>		<b>28</b>		<b>3715</b>

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
<b>OFICINA PRIMERA PLANTA</b>							
Aseo chicos 4	7,96	5	39,8	Legrand L31 661019	1	100	100
Aseo chicas 4	7,57	5	37,85	Legrand L31 661019	1	100	100
Archivos	15,64	5	78,2	Legrand L31 661020	1	100	100
Director de personal	50,09	5	250,45	Legrand L31 661021	2	155	310
Director comercial	34,74	5	173,7	Legrand G5 061761	2	100	200
Sala de juntas	63,44	5	317,2	Legrand G5 061761	2	200	400
Administración	67,47	5	337,35	Legrand G5 061761	2	200	400
Administración comercial	25,04	5	125,2	Legrand G5 061761	1	155	155
Sala de informática	28,47	5	142,35	Legrand L31 661019	1	155	155
Director gerente	36,24	5	181,2	Legrand G5 061761	1	200	200
Sala de reuniones	54,97	5	274,85	Legrand G5 061761	2	155	310
Aseo chicos 3	7,73	5	38,65	Legrand L31 661019	1	100	100
Aseo chicas 3	7,96	5	39,8	Legrand L31 661019	1	100	100
Hall 2ª planta	12	5	60	Legrand L31 661019	1	100	100
Pasillo 2ª planta	48,7	5	243,5	Legrand G5 061776	5	100	500
Sala de espera planta 1ª	6,9	5	34,5	Legrand L31 661019	1	100	100
<b>TOTAL=</b>	<b>474,92</b>		<b>2374,6</b>		<b>25</b>		<b>3330</b>

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
<b>PRODUCCI+ON</b>							
Almacén	565,99	5	2829,95	Legrand NFL 061849	3	770	2930
				Legrand G5 061761	4	155	
Carga y descarga	353,42	5	1767,1	Legrand NFL 061850	2	770	1850
				Legrand G5 061761	2	155	
Zona de producción	924,4	5	4622	Legrand NFL 061851	5	770	4625
				Legrand G5 061761	5	155	
<b>TOTAL=</b>	<b>1843,81</b>		<b>9219,05</b>		<b>21</b>		<b>9405</b>

### 1.12.4. Accionamiento de las luminarias

El accionamiento de las luminarias dependerá de la zona en la que estén instaladas. Las situadas en producción y almacén se realizarán mediante

Para las oficinas y demás espacios, el accionamiento se realiza mediante interruptores convencionales y conmutadores. La distribución de los mecanismos está hecha de tal forma que permita activar todas o parte de las luminarias de cada local para mejorar la eficiencia energética.

En el plano de alumbrado interior se detalla la situación de los mecanismos.

## 1.13. Distribución interior de la instalación

### 1.13.1 Introducción

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, las líneas que van desde el Cuadro General de Distribución hasta los aparatos receptores. La instalación del presente proyecto se realizará en baja tensión, alterna y trifásica de 400V de línea y 230V de fase, siendo éstas tensiones normalizadas como indica el RBT.

Se han de calcular los conductores utilizados para alimentar las distintas máquinas y alumbrado de la nave, de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea, no sufran calentamientos excesivos, y además, la caída de tensión en el propio conductor esté dentro de los límites establecidos en el RBT.

### 1.13.2 Cálculo sección de los conductores

#### 1.13.2.1 Criterio térmico

Debido al efecto Joule, si por un conductor cuya resistencia  $R$  circula una corriente  $I$  se elevará su temperatura de forma directamente proporcional al cuadrado de la corriente, por lo que, si la corriente es elevada, la temperatura del conductor aumentará llegando a deteriorar los aislantes y/o cubierta de los conductores pudiendo de este modo llegar a provocar cortocircuitos y destruir la propia instalación, poniendo en riesgo la seguridad de las personas.

Para cada sección de los conductores, existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes señalados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores se regularán en función de las condiciones técnicas de las líneas de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes al RBT.

Han de aplicarse unos factores de corrección a los valores intensidad admisible, que dependen de la temperatura ambiente, del tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto, cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en **las ITC-BT-06 e ITC-BT-07** del RBT.

### 1.13.2.2 Caída de tensión

Una vez hallada la sección de acuerdo con la corriente que transporta el conductor, hay que comprobar que la caída de tensión al final de la línea no sea menor de la establecida. Se considera una caída máxima del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para fuerza. La caída de tensión de una línea se obtiene aplicando las siguientes ecuaciones:

Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot U} = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot U \cdot V}$$

Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot U} = \frac{L \cdot P}{C \cdot U \cdot V}$$

Donde:

U: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

I: corriente nominal de la línea en Amperios

Cosφ: factor de potencia.

C: conductividad del material del conductor (56 para el Cobre).

V: Tensión nominal.

S: sección del cable en mm<sup>2</sup> .

Una vez obtenida la sección por ambos métodos (criterio térmico y criterio de caída de tensión), se elegirá la mayor sección de las dos.

### 1.13.3 Prescripciones generales

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará mediante los colores de sus aislamientos:

- Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo.
- El conductor neutro se identificará por el color azul claro.
- Los conductores de fase se identificarán por los colores negro, marrón y gris.

#### 1.13.3.1 Naturaleza de los conductores



Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-20 del RBT.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de al menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, remplazar fácilmente los conductores deteriorados.

## 1.13.4 Sistemas de canalización

### 1.13.4.1 Canalizaciones

Existen distintos métodos para la instalación de los conductores en una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados sobre aisladores, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc. En tal caso la solución más empelada es la de conductores aislados sobre bandejas o en tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados etc.

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes desarrolladas a continuación:

- **Línea general de alimentación:**

La línea general de alimentación partirá desde el centro de transformación (cuadro de baja tensión) hasta el cuadro general de distribución en el interior de la nave, situado a 25 metros. Irá enterrado a 0,7 m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por dos conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup> y el neutro por un único conductor de 240 mm<sup>2</sup>. El diámetro del tubo de la acometida será de 225 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo, de resistencia de aplastamiento 450 N.

- **Canalización general:**

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado de 200 mm de ancho y 35 mm de alto. Se llevará canalizado desde el CGD a los diferentes cuadros secundarios. Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros secundarios, se bajarán mediante tubos metálicos. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas, a una altura de 4 metros.

- **Derivaciones:**

En la zona de producción, almacén, zona de carga y en las salas de máquinas con una altura superior a los 2,5 metros, la derivación se realizará a través de tubo de acero galvanizado adosado sobre la pared. Las derivaciones del alumbrado irá suspendida del techo mayormente, y en algún caso adosada sobre pared. Para el alumbrado exterior se realizarán derivaciones adosadas sobre la pared.

La canalización de las dos plantas de la zona de oficinas de altura menor o igual a 2,8 metros se realizará a través de tubos de PVC corrugados que pasarán a través de falso techo, por catas y/o empotrado en la pared.

Además, se realizará la instalación de todo el alumbrado de emergencia y señalización por medio de tubo grapado sobre pared.

### 1.13.4.2 Tubos protectores

Hay disponible en el mercado diferentes clases de tubos, tales como; tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvos, tubos aislantes flexibles normales, tubo de PVC rígido, etc.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que puede alojar cada uno están especificados en las tablas de la **ITC-BT-21** del RBT. Los tubos deberían poder soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70 °C para los tubos metálicos aislantes.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones generales:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y haber sido fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la instalación y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Las dimensiones de éstas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las

dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

## 1.14. Receptores

### 1.14.1 Introducción

Atendiendo a lo establecido en la **ITC-BT-43**. Los aparatos receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores se conectarán a las canalizaciones por medio de cajas de registro. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

### 1.14.2 Instalación de receptores, motores

Según indica la **ITC-BT-47** del RBT, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con el fin de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- Un solo motor: Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- Varios motores: Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

### 1.14.3 Instalación de receptores, alumbrado

De acuerdo con la **ITC-BT-44** del RBT, los circuitos de las lámparas de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90.



## 1.15. Tomas de corriente

### 1.15.1 Introducción

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315. Sin embargo, las bases de toma de corriente para uso industrial seguirán lo acordado en la norma UNE 60309.

El cálculo de la potencia a instalar en las tomas de corriente se encuentra en el documento: Cálculos del presente proyecto.

### 1.15.2 Tipos de tomas de corriente

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán monofásicas y trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T).
- Tomas de corriente monofásica informática de 10 A y 230 V (2P+T).
- Tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T).

### 1.15.3 Situación y número de tomas de corriente

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm en todas las zonas de oficinas, en el caso de la zona de producción, almacén y zona de carga las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo así lo establecido en la ITC-BT-27.

Zona	T.C monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T).	T.C. trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T).
<b>PRODUCCI+ON</b>		
Almacén	12	3
Carga y descarga	12	3
Zona de producción	36	9
TOTAL=	60	15

Zona	T.C monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T).	T.C. monofásica informática de 10 A y 230 V (2P+T).
<b>OFICINA PLANTA BAJA</b>		
Aseo chicos 2	1	
Aseo chicas 2	1	
Recursos humanos	1	2
Botiquín	2	
Mantenimiento	2	2
Director técnico		4
Sala de climatización	1	
Limpieza	1	
Sala de visitas	4	
Comedor	4	
Aseo chicos 1	1	
Aseo chicas 1	1	
<b>TOTAL=</b>	<b>19</b>	<b>8</b>

Zona	T.C monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T).	T.C. monofásica informática de 10 A y 230 V (2P+T).
<b>OFICINA PLANTA BAJA</b>		
Aseo chicos 4	1	
Aseo chicas 4	1	
Archivos	1	
Director de personal	1	1
Director comercial	1	1
Sala de juntas	1	
Administración	3	3
Administración comercial	1	1
Sala de informática	2	4
Director gerente	1	1
Sala de reuniones	2	
Aseo chicos 3	1	
Aseo chicas 3	1	
<b>TOTAL=</b>	<b>17</b>	<b>11</b>

## 1.16. Interruptores y conmutadores

Se han escogido interruptores y conmutadores de marca Legrand, su ubicación se puede ver en los planos de luminarias. Estarán colocados a 60 cm sobre el suelo.

- Interruptor 10 A 20 unidades.
- Interruptor doble 10 A 10 unidades.

## 1.17. Cálculo de las intensidades de línea

Los cálculos son los mismos para todas las líneas, por lo que se describe el procedimiento seguido y a continuación se muestran los resultados obtenidos.

1. Datos de partida:

- Previsión de potencia de los receptores.
- Tipo de receptor tensión (monofásico o trifásico).
- Factor de potencia de los receptores.
- Longitud y canalización de las líneas.

2. Intensidad de los receptores según su tensión:

- Monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

- Trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- I: intensidad en A.
- P: previsión de potencia del receptor en W.
- V: tensión de la línea que le suministra en V.
- Cosφ: factor de potencia.

Se deben aplicar los factores de corrección correspondientes para cada línea, depende del aparato al que alimenten, y de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma **ITC-BT-7**, así se obtiene la intensidad de cálculo:

- Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplicará por 1,25. Y en el caso de que una línea alimente a varios motores, la línea se dimensionará para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.
- En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga, se calculará para una carga total de 1,8 veces la potencia nominal considerando un cosφ = 0,9.

## 1.18. Cálculo de las secciones de los conductores

Una vez conocida la intensidad de cálculo de cada receptor hay que seleccionar la línea que va a alimentar a cada uno de ellos.

Se distribuirán de forma que la potencia suministrada por cada uno de los receptores quede repartida equitativamente en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma

línea estén cercanos entre sí, y agrupando receptores del mismo tipo. No es conveniente alimentar por ejemplo la iluminación de la zona de oficinas con la misma línea que alimenta algún tipo de maquinaria, ya que puede provocar picos de corriente y/o huecos de tensión que pueden llegar a causar problemas en los sistemas informáticos.

La distribución de las líneas y de los cuadros está detallada en los planos unifilares.

Ha de determinarse el tipo de conductor a utilizar y el lugar por el que discurren, características del conductor:

- Material del conductor (Aluminio o cobre)
- Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...)
- Material aislante (PVC, XLPE)
- Tipo de cable (unipolar, multiconductor)

A continuación se procede calculando de acuerdo a los siguientes criterios:

### 1-Criterio térmico:

Se basa en el calentamiento del conductor. Consiste en limitar la densidad de corriente de tal manera que éste no adquiera una temperatura excesiva y acabe quemándose. A través de este criterio obtenemos la  $I_{\max}$  admisible del conductor.

En función de las opciones escogidas anteriormente, se halla la sección necesaria a partir de las tablas recogidas por el RBT; **ITC-BT-07**, líneas subterráneas e **ITC-BT-19**, instalaciones interiores.

En este proyecto todas las líneas escogidas son cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

En el apartado de cálculo viene detallada la canalización de cada línea.

### 2-Criterio de caída de tensión:

Tiene en cuenta la caída de tensión que se produce desde el punto de suministro de la línea hasta el último punto de carga. Teniendo en cuenta las condiciones que viene recogidas en el RBT, según la **ITC-BT-19**, las máximas caídas de tensión admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Según sea la línea trifásica o monofásica se emplea la expresión correspondiente para calcular las secciones en función de las caídas de tensión, tal y como se ha explicado anteriormente.

-Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot U}$$

-Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot U}$$

Donde:

U: caída de tensión en voltios.  
L: longitud de la línea en metros.  
I: intensidad nominal de la línea en Amperios  
Cosφ: factor de potencia.  
C: conductividad del material del conductor (56 para el Cobre).  
S: sección del cable en mm<sup>2</sup>.

Una vez calculada la sección de la línea por ambos métodos, se escogerá como resultado la mayor.

La sección del neutro y del cable de protección se obtiene siguiendo las tablas recogidas en **ITC-BT-19** del RBT u otras instrucciones correspondientes. Los conductores escogidos se detallan en el documento cálculos.

## 1.18.1 Soluciones adoptadas

### 1.18.1.1 Conductores

Los conductores escogidos tienen las siguientes características:

RZ1-K 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX [AS]  
Conductor: cobre recocido clase 5 flexible  
Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE)  
Cubierta: Mezcla especial cero halógenos con poliolefinas  
Tª de servicio:  
Servicio permanente: 90 °C  
Cortocircuito: 250 °C

Han de tener sección suficiente para cumplir con las caídas de tensión máximas establecidas por el RBT y las intensidades admisibles por los conductores en todos los casos, siempre serán superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

### 1.18.1.2 Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes desarrolladas a continuación:

#### - Acometida :

La acometida parte desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación hasta el cuadro general de distribución (CGD) ubicado en el exterior de la producción a 25 metros. Estará enterrado a 0,7 m de profundidad en una zanja de 40x70cm, con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Estará compuesta por tres fases y neutro, constituida cada una de las

fases por dos conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup> y el neutro por un único conductor de 240 mm<sup>2</sup>. El diámetro de los tubos por los que discurre la acometida es de 75 mm, será liso por el interior y corrugado por el exterior, de color rojo y con de resistencia de aplastamiento 450 N.

- **Cuadros secundarios, auxiliares y líneas terminales :**

En los locales con falso techo, los conductores de fuerza y alumbrado discurren por tubos de pvc flexibles en montaje superficial, y empotrado cuando pasan por muros y paredes.

En producción y almacén, las líneas tanto terminales como las que alimentan a otros cuadros, discurren por tubos de pvc rígidos deformables en caliente, de montaje superficial.

## 1.19. Protecciones de baja tensión

### 1.19.1 Introducción

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen diferentes métodos de protección que hacen a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier fallo. En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con la **ITC-BT-22**, **ITC-BT-23** e **ITC-BT-24** del RBT, han de considerarse las siguientes protecciones:

1-Protección de la instalación:

- Contra sobrecargas.
- Contra cortocircuitos.

2-Protección de las personas:

- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

### 1.19.2 Conceptos básicos

Para determinar las protecciones adecuadas para garantizar la seguridad de la instalación de la nave se han de tener en cuenta los siguientes conceptos básicos:

- **Conductor eléctrico:** se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente suelen ser hilos de cobre.
- **Interruptor diferencial:** dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por la falta de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos. Dicho interruptor provocará la

apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

- **Interruptor automático:** es un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales, así como de establecer y soportar durante un tiempo corrientes de cortocircuito.

El interruptor automático consta de las siguientes partes:

1. Cámara de extinción: absorbe el arco que se produce al abrir y cerrar los contactos.
2. Mecanismo de apertura y cierre: lo que hace es abrir y cerrar el contacto.
3. Disparadores: mandan abrir este mecanismo de apertura: Hay de dos tipos

a) Disparadores primarios:

- Térmicos: Verifica si se produce una sobrecarga.
- Electromagnéticos: para verificar cortocircuitos. A partir de 125 A el disparador es regulable.

b) Disparador secundario:

Siempre está conectado a un contacto auxiliar que está alimentado a una fuente de alimentación. Este disparador también se puede utilizar para el rearme de automático, además de una determinada condición que nosotros hayamos impuesto.

- **Interruptor magnetotérmico:** Es un pequeño interruptor automático. Tiene las mismas partes que un interruptor automático excepto que no tienen disparadores secundarios. Además tampoco son regulables. Es el elemento responsable del corte de la corriente con el fin de protegernos. Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Para su funcionamiento, los interruptores magnetotérmicos aprovechan dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va a hacia la carga.
- **Fusibles:** Es un aparato de conexión que provoca la apertura del circuito por fusión debido al calentamiento de uno o varios elementos destinados a ese fin.
  1. Portafusibles es la parte fija donde se coloca el fusible
  2. Fusible: está formado por un cartucho aislante donde en su interior está el conductor, la parte metálica donde se va a fundir. Luego también tiene dentro aire en vacío.

La característica del fusible es que tiene un alto poder de corte (hasta 100 KA) y tiene el inconveniente de que no se puede rearmar.

### 1.19.3 Protección de la Instalación

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosas, así como limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él. La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. La selectividad es importante en todas las instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones que alimentan los procesos industriales de fabricación. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Una instalación no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las máquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos, etc.
- Roturas de fabricación con:
  - Pérdida de producción o de producto terminado
  - Riesgo de avería en los útiles de producción dentro de procesos continuos.

Se entiende por tiempo de escalonamiento al intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

#### 1.19.3.1 Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve. Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad. La consecuencia más directa de la sobrecarga es una elevación de la temperatura, que por otra parte, es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente. Las protecciones que se utilizan para sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, es decir, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se va a proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.



Debe instalarse un dispositivo que asegura la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación...

Según la ITC-22 del RBT, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte.

### 1.19.3.2 Protección contra cortocircuitos

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia cuando entran en contacto entre sí o con tierra conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces al valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración éste. Dicha corriente transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente.

Un cortocircuito tiene las siguientes características:

- Duración: auto extingible, transitorio y permanente.
- Origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una máquina o un cuadro eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80% de los casos), bifásicos (el 15% de los casos, que suelen degenerar en trifásicos) y trifásicos de origen (el 5% de los casos).

El RBT admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

1. Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en el que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale otro dispositivo con el poder de ruptura necesario.
2. El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Un cortocircuito puede tener diferentes consecuencias dependiendo de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco eléctrico puede:

- Deterioro de los aislantes.
- Fundir los conductores.
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

También, pueden presentarse sobrefuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables. Es posible que se origine un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes. Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la **ITC-BT-22**, del RBT.

### 1.19.3.3 Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el diseño de una instalación y poder elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

**Corrientes de cortocircuito máximas:** Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima tendremos en cuenta todo lo que haya aguas arriba del interruptor automático a calcular.

Dicha corriente se calculará mediante las siguientes expresiones, en función de si es un cortocircuito tetrapolar o bipolar:

Tetrapolar:

$$I_{cc \max} = \frac{U_N \cdot C}{\sqrt{3} \cdot Z_d}$$

Bipolar:

$$I_{cc \max} = \frac{U_N \cdot C}{2 \cdot Z_d}$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: corriente de cortocircuito eficaz en Amperios.

C: variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión a 230/400 V es de 1.

U<sub>N</sub>: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z<sub>d</sub>: impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en  $\Omega$ .

Una vez se ha calculado la corriente de cortocircuito máxima, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$\text{Poder de corte} \geq I_{cc \max}$$

**Corriente de cortocircuito mínima:** Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuito con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuitos.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc \min} = \frac{C \cdot U_N \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_d + Z_0|}$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: variación de tensión. Valor para instalaciones de baja tensión a 230/400V de 0,95.

U<sub>N</sub>: Tensión de fase en el secundario del transformador en vacío.

Z<sub>d</sub>: impedancia directa en, teniendo en cuenta que la temperatura de cortocircuito es de 250°C.

Z<sub>0</sub>: impedancia homopolar.

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acotará del siguiente modo:

$$I_{\text{cálculo}} < I_{\text{nominal}} < I_{\text{admisible}}$$

Donde:

I cálculo: es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{cal} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

I admisible: es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la **ITC-BT-19** del RBT.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga teniendo en cuenta los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, de forma que la  $I_{cc}$  mínima sea mayor o igual que la corriente de magnetización, siendo esta corriente para cada curva:

$$\text{Curva B} \Rightarrow I_{mag} = 5 \cdot I_N$$

$$\text{Curva C} \Rightarrow I_{mag} = 10 \cdot I_N$$

$$\text{Curva D} \Rightarrow I_{mag} = 20 \cdot I_N$$

#### 1.19.3.4 Cálculo de las impedancias

**Impedancia directa ( $Z_d$ ):** Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia  $Z$  compuesta de:

- Un elemento resistivo puro  $R$ .
- Un elemento inductivo puro  $X$ , llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en distintos tramos y en calcular para cada uno de ellos los valores de  $R$  y de  $X$ . Después se suman aritméticamente por separados.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut}$$

**Impedancia de la línea MT/AT ( $Z_a$ ):** La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba, referida al secundario del transformador:

$$Z_a = X = \frac{U_s^2}{S_{cc}}$$

Donde:

$U_s$ : tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

$S_{cc}$ : potencia de cortocircuito en VA.

$Z_a$ : impedancia aguas arriba del defecto en  $j\Omega$ .

**Impedancia del transformador de distribución ( $Z_T$ ):**

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = \frac{U_s^2 \cdot U_{cc}}{S}$$

Donde:

Us: tensión en vacío entre fases en voltios.

Ucc: tensión de cortocircuito en % (4.5%).

S: potencia aparente en VA del transformador (800 KVA).

ZT: impedancia o reactancia al secundario en  $j\Omega$ .

La resistencia y la reactancia, tanto del transformador como de la apramenta de alta tensión lo podemos considerar despreciable, con el motivo de ahorrar cálculos prácticamente innecesarios.

#### **Impedancia de los conductores ( $Z_L$ ):**

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Donde:

R: resistencia del conductor en  $\Omega$ .

$\rho$ : resistividad del material, la resistividad de un conductor de cobre a 20°C es de 0,011724  $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .

L: longitud del conductor.

S: sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a 150  $\text{mm}^2$  se desprecia la reactancia de la línea.

#### **Impedancia de las protecciones ( $Z_{AUT}$ ):**

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) colocados aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15  $j\text{m}\Omega$ .

$$Z_{aut} = X_{aut} = n^{\circ} \text{ automatismos} \cdot 0,15 j\text{m}\Omega$$

En el nº de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole como diferenciales, relés, fusibles...

#### **Impedancia directa nueva ( $Z_{dNueva}$ ):**

Con el fin de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la  $Z_d$  de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo.

Otra novedad es que para calcular la nueva ZL, hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito, 250°C. Por lo que se aplica la siguiente expresión

$$Z_{L,250^{\circ}C} = Z_{L,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha T)$$

Donde:

$$\alpha: 4 \cdot 10^{-3}$$

$$T: 250^{\circ}C \text{ (160}^{\circ}C \text{ si es PVC) - } 20^{\circ}C = 230^{\circ}C$$

Finalmente se obtiene:

$$Z_{d,Nueva} = Z_a + Z_T + Z_{L,250^{\circ}C} + Z_{AUT}$$

### Impedancia Homopolar ( $Z_h$ ):

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea:

$$Z_O = Z_{aO} + Z_{TO} + Z_{LO} + Z_{AUTO}$$

Donde:

$$Z_{aO} = 0$$

$$Z_{TO} = Z_T$$

$$Z_{LO} = 3 \cdot Z_{L,250^{\circ}C}$$

$$Z_{AUTO} = 3 \cdot Z_{AUT}$$

## 1.19.4 Protección de las personas

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor que los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir:

- Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento...
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina..., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30ms.

Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El RBT fija según la ITC-24 estos valores:

- 24 V para locales o emplazamientos húmedos
- 50 V en los demás casos.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

#### 1.19.4.1 Protecciones contra contactos directos

Para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.
- Interposición de obstáculos (ej. Armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ellos se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (ej. Aislamiento de cables, Portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el último apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

#### 1.19.4.2 Protecciones contra contactos indirectos

Los sistemas de protección contra estos contactos tienen estos tres objetivos:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución, siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Debe cumplir:

$$R_A \cdot I_A < U$$

Donde:

RA = suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

IA = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

U= tensión de contacto.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles e interruptores automáticos.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad (mA) del diferencial que debe utilizarse en cada caso viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

- En locales secos:  $R \leq (50/I_s)$
- En locales húmedos o mojados:  $R \leq (24/I_s)$

De acuerdo a lo establecido en el RBT para líneas terminales se instalarán diferenciales de 30mA para alumbrado, y de 300mA para el resto de aplicaciones. La elección de la sensibilidad de los diferenciales situados aguas arriba se hará de tal forma que sean selectivos. Es decir, que las protecciones de los cuadros generales salten después que las de los secundarios, también puede hacerse incorporando un retardo en los dispositivos de corte.

## 1.20. Puesta a tierra

### 1.20.1 Introducción

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión respecto de tierra, que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y reducir el riesgo que supone una avería en la instalación eléctrica.

La puesta a tierra se plantea es una instalación paralela a la instalación eléctrica, un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.



El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera y la relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la **ITC-BT-18**.

- Locales húmedos 24 Voltios.
- Locales secos 50 Voltios.

Las tomas de tierra limitan las sobretensiones que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto a las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente. Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la **equipotencialidad**.

## 1.20.2 Descripción de la puesta a tierra

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o las de descarga de origen atmosférico.

La instalación a tierra manda a tierra toda corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Por lo que previamente ha de conocerse:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura...) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

## 1.20.3 Elementos que constituyen la puesta a tierra

### 1.20.3.1 El terreno

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. Este comportamiento viene

determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tiene una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los que la tienen muy alta, se oponen al paso de corriente. La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Ya que los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno. La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción **MIE-RAT-13**, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un heterogéneo formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno varía en función de los siguientes factores:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

### 1.20.3.2 Tomas de tierra

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. La toma de tierra consta de tres partes fundamentales descritas en los siguientes apartados.

#### 1.20.3.2.1 Electrodo

Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste, de la corriente de defecto que pueda presentarse a la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Los electrodos estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Por ello, se suelen usar materiales tales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro recubierto de zinc.

Clasificados en función de su estructura, los electrodos pueden ser:

- Placas: Serán de cobre o hierro bañado en zinc. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocarán separadas una distancia de 3 metros.
- Picas: Pueden estar formadas por tubos de acero bañados en zinc de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.



- Conductores enterrados: Se usarán cables de cobre desnudo de al menos 35 mm<sup>2</sup> de sección, o cables de acero galvanizado de un mínimo de 2,5mm de diámetro. Estos electrodos deberán enterrarse horizontalmente a una profundidad no inferior a 50 cm.
- Mallas metálicas: Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.

En todos los casos, la sección del electrodo debe ser tal que ofrezca menor resistencia que la del conductor de las líneas principales de tierra. La resistencia del electrodo depende de su forma, de sus dimensiones y de la resistividad del terreno. Las fórmulas que se deben utilizar para calcular dicha resistencia vienen recogidas en la **ITC-BT-18** del RBT.

#### 1.20.3.2.2 Líneas de enlace con tierra

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra, desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm<sup>2</sup> de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

#### 1.20.3.2.3 Punto de puesta a tierra

Es una parte situada fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. La instalación que lo precise, dispondrá de un número suficiente de puntos de puesta a tierra convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos. El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

#### 1.20.3.2.4 Líneas principales de tierra

Son las que parten del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Estas deben ser de cobre y se dimensionarán para poder disipar de forma segura la máxima corriente de falta prevista, siendo como mínimo de 16 mm<sup>2</sup> de sección. Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

#### 1.20.3.2.5 Derivaciones de las líneas principales de tierras

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. La tabla de dimensionado expuesta en la **ITC-BT-18** es la siguiente:

Secciones de los conductores de fases (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
<ul style="list-style-type: none"> <li>Con un mínimo de 2.5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</li> <li>Con un mínimo de 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</li> </ul>	

#### 1.20.3.2.6 Conductores de protección

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la **ITC-BT-19** del RBT

### 1.20.4 Elementos a conectar a la toma de tierra

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (No obligatorio según RBT.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

## 1.21. Compensación del factor de potencia

Según los datos calculados en el apartado cálculos y expuestos en las tablas, determinaremos el  $\cos\varphi$  medio:

$$\cos\varphi = \frac{\sum P}{\sum S} = \frac{344.545}{376.165,81} = 0,916$$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P \cdot \tan\varphi = 344.545 \cdot \tan 23,66 = 150.961,77 \text{ VAR}$$

Nos interesa conseguir un FP superior a 0,98 lo que implica una potencia reactiva de:

$$Q' = P \cdot \tan\varphi' = 325.611,50 \cdot \tan 11,478 = 69.962,85 \text{ VAR}$$

Entonces necesitamos compensar:

$$Q_{\text{compensar}} = Q - Q' = 80998,93 \text{ VAR}$$

La idea es colocar una batería de condensadores en la acometida que compense toda la potencia reactiva generada por las máquinas, puesto que la compañía suministradora de energía eléctrica (en este caso Iberdrola), nos penalizaría mediante la aplicación de un recargo en la factura eléctrica si el FP es menor del 0,95

El equipo seleccionado pertenece a la marca Merlin Gerin es de la serie **RECTIMAT 2 Estándar H 400 V 105 KVAR**, este se ubica junto al el cuadro general de baja tensión.

Aparte del ahorro económico que supone en la factura eléctrica, la compensación de energía reactiva reporta mejoras en las prestaciones y funcionamiento de la instalación, disminuyendo las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule.

## 1.22. Centro de Transformación

### 1.22.1 Introducción

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizará a partir del centro de transformación propiedad de la empresa, ubicado en un local de uso exclusivo y de fácil acceso. En él se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llega la acometida de media tensión a 13.2 KV subterránea, y en él se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente. Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante un transformador de 630KVA.

## 1.22.2 Reglamentación y disposiciones oficiales

Se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento electrónico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

## 1.22.3 Tipos de centros de transformación

### De Red Pública:

Cuando se trata de alimentar a diversos abonados en baja tensión, la empresa distribuidora, instala un CT de potencia adecuada al consumo previsto del conjunto de abonados. Por tanto, el CT es propiedad de la empresa suministradora de electricidad, la cual efectúa su explotación y mantenimiento, y se responsabiliza de su funcionamiento. Por tanto, este CT forma parte de la red de distribución también denominada red pública.

### De Abonado:

A partir de determinada potencia y/o consumo, existe la opción de contratar el suministro de energía directamente en media tensión. En este caso, el abonado debe instalar su propio CT y realizar su explotación y mantenimiento. Se habla pues de un CT de abonado. Como el precio de la energía en media tensión es mas bajo que en baja, a partir de ciertas potencias (KVA) y/o consumos (KWh), resulta mas favorable contratar el suministro en media tensión, aún teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento (ambos a cargo del abonado). Esta opción de CT propio presenta otras ventajas adicionales:

- Independencia respecto de otros abonados de baja tensión.
- Poder elegir el régimen del neutro de baja tensión más conveniente, aspecto importante para ciertas industrias, en las que la continuidad de servicios puede ser prioritaria.
- Poder construir el CT, ya previsto para futuras ampliaciones.

## 1.22.4 Ubicación

El centro de transformación está ubicado en un edificio prefabricado destinado únicamente a alojar el transformador y la aparamenta necesaria para la protección de la instalación. Estará situado a la entrada del recinto a mano derecha, a una distancia de 1,5 metros de los límites de la parcela, de forma que no entorpezca el desarrollo de la actividad de la empresa. El acceso al CT se hará mediante dos puertas frontales, instaladas de fábrica.

## 1.22.5 Características generales del CT

El centro de transformación será exterior, prefabricado y de abonado. El modelo escogido es el PFU-4/20, del fabricante ORMAZABAL. Las celdas de aparellaje serán bajo envolvente metálica según la norma UNE-20.099-90, de la misma marca. La acometida que alimenta el centro de transformación será una red de media tensión con una tensión de servicio de 13.2 KV a una frecuencia de 50 Hz. Perteneciendo esta a Iberdrola.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados son del modelo **CGMCOSMOS**, celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

## 1.22.6 Descripción de la Instalación

El Centro de Transformación consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, transformador y demás equipos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación. Para el diseño de este centro de transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características del edificio de transformación *PFU-4/20*:

### 1-Descripción

Los Centros de Transformación PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

Su principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

### 2-Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 k $\Omega$  respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

### 3-Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

### 4-Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

### 5-Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

### 6-Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

### 7-Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

### 8-Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

### 9-Varios



Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

#### 10-Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### Características:

Nº de transformadores:

1

Tipo de ventilación:

Ventilación natural

Puertas de acceso peatón:

1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores:

Longitud: 4480 mm

Fondo: 2380 mm

Altura: 3045 mm

Altura vista: 2585 mm

Peso: 12000 kg

Dimensiones interiores:

Longitud: 4280 mm

Fondo: 2200 mm

Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación:

Longitud: 5260 mm

Fondo: 3180 mm

Profundidad: 560 mm

## 1.22.7 Instalación eléctrica

### 1.22.7.1 Introducción

El centro de transformación aloja tres celdas, de línea, protección y medida, unidas entre sí en este orden. La celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de los cables que forman el circuito de alimentación del centro de transformación. Seguidamente se conecta la celda de protección, que se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador y su protección mediante fusibles.

Finalmente se conectará la celda de medida, justo antes del transformador de MT/BT. Para finalizar se conectará el transformador a un cuadro de baja tensión, en el que se ubicarán las distintas protecciones del alumbrado y de las tomas de corriente del centro.

### 1.22.7.2 Red de alimentación del centro

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 13,2 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz. La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA.

### 1.22.7.3 Aparamenta en MT, características generales

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las componen dos partes:

#### -Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### -Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparataje del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

#### -Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

#### -Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

#### -Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante tapas pasacables estándares.

#### -Enclavamientos

Están incluidos en todas las celdas CGMcosmos sus funciones son las siguientes:

1-Impedir que pueda conectarse el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

2-Evitar que pueda quitarse la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

#### -Características eléctricas comunes a las celdas CGMcosmos:

Cada celda lleva su correspondiente placa de características en la que se indican los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

#### 1.22.7.4 Celdas de MT y transformador, características

##### 1-Celda de seccionamiento:

La celda CML de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

##### - Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A

##### - Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

##### - Otras características constructivas :

- Mando interruptor: manual tipo B

## 2-Celda de protección:

La celda CGMcosmos-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

### - Características eléctricas:

• Tensión asignada:	24 kV
• Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
• Intensidad asignada en la derivación:	200 A
• Intensidad fusibles:	3x63 A
• Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
• Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
• Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
• Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
• Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A

### - Características físicas:

• Ancho:	470 mm
• Fondo:	735 mm
• Alto:	1740 mm
• Peso:	140 kg

### - Otras características constructivas:

• Mando posición con fusibles:	manual tipo BR
--------------------------------	----------------

- Combinación interruptor-fusibles: combinados
- Relé de protección: ekorRPT-201A

### 3-Celda de medida:

La celda CGMcosmos-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

#### - Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

#### - Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

#### - Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

#### -Transformadores de tensión:

- Relación de transformación: 13200/V3-110/V3 V
- Sobretensión admisible: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas

#### Medida

- Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,2

-Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 15 - 30/5 A

Intensidad térmica: 200 In

Sobreint. admisible en permanencia:  $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,2 s

4-Transformador:

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

### 1.22.7.5 Características de los cuadros de BT

#### Interruptor automático BT

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor automático de 1000 A.
- 4 Salidas formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Nivel de aislamiento  
  
Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 10 kV  
entre fases: 2,5 kV  
  
Impulso tipo rayo:  
a tierra y entre fases: 20 kV
- Dimensiones: Altura: 580 mm  
Anchura: 300 mm  
Fondo: 1820 mm

## 1.22.8 Puesta a tierra del centro

Existen dos instalaciones diferentes descritas a continuación:

-Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

-Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

## 1.22.9 Instancias

Las celdas de media tensión en este proyecto, están constituidas por aparatos de fabricación en serie, y cumplen con lo indicado por el Ministerio de Industria, de acuerdo con la orden 11-1971.

## 1.22.10 Aislamiento

Todos los elementos que se utilizan en el montaje de la instalación de alta tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo 20 KV, el valor eficaz de la tensión nominal de servicio y de 24 KV, el valor eficaz de la tensión mas elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:



- 125 KV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1,2/50  $\mu$ seg
- 50 KV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50 Hz.

### 1.22.11 Ventilación y seguridad del CT

#### -Ventilación:

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural por convención mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Se dispondrá de una rejilla lateral inferior para entrada de aire y una rejilla situada en la parte superior para la salida de aire.

Estas rejillas estarán protegidas mediante una tela metálica con el fin de impedir el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentados con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas. Los cálculos de las mismas están en el apartado cálculos del proyecto, no obstante el propio centro ya trae las rejillas redimensionadas de fábrica.

#### -Elementos y medidas de seguridad:

Como requerimiento de seguridad para trabajos en el interior de celdas, los interruptores instalados cumplen por si solos en cuanto a distancias de seccionamiento, ya que su tensión de cebado entre polos abiertos se halla conforme la exigencia de la norma UNE 20.099

Las celdas deben estar separadas eléctricamente y mecánicamente por medio de placas metálicas y por el propio carácter aislante del interruptor seccionador, lo que asegura la independencia entre ellas y evitan la posible propagación de defecto entre celdas contiguas.

## 1.23. Resumen del presupuesto

El total del Presupuesto de ejecución de material asciende a la cantidad de DOSCIENTO NOVENTA Y SIETE MIL SIETEMIL CINCO EUROS CON VEINTITRÈS CÉNTIMOS DE EURO (297005.23).

PAMPLONA, NOVIEMBRE 2013

Pablo Ayarra Larreta



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CÁLCULOS

Pablo Ayarra Larreta

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 14/11/2013

## 2. CÁLCULOS

2.1 LUMINOTÉCNIA .....	1
2.1.1 Cálculos de iluminación interior.....	1
2.1.2 Cálculos de iluminación exterior.....	4
2.1.3 Cálculos de iluminación de emergencia.....	4
2.2 INTENSIDADES DE LÍNEAS .....	3
2.2.1 Procedimiento.....	6
2.2.2 Intensidades de cada línea.....	6
2.2.3 Potencia del transformador .....	9
2.3 SECCIONES DE LOS CONDUCTORES .....	10
2.3.1 Procedimiento.....	10
2.3.2 Acometida del cuadro general de distribución C1 .....	10
2.3.3 Líneas de los cuadros secundarios, auxiliares y líneas terminales.....	11
2.4 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	11
2.4.1 Introducción .....	11
2.4.2 Procedimiento del cálculo.....	12
2.4.3 Icc en el secundario del transformador .....	12
2.4.4 Icc en el cuadro general de baja C1.....	13
2.4.5 Icc en los cuadros secundarios.....	13
2.5 CALCULO DE LOS CONDESADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FP.....	14
2.5.1 Batería de condensadores para la instalación .....	14
2.5.2 Calculo del conductor de unión de la batería .....	14
2.5.3 Calculo de la protección de batería.....	15
2.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	15
2.6.1 Resistividad del terreno .....	15
2.6.2 Resistencia de la instalación de tierra.....	15
2.6.3 Sección del conductor de tierra y del cable de protección.....	17
2.6.4 Ubicación de las cajas de seccionamiento y medición.....	17
2.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	17
2.7.1 Intensidad lado alta tensión.....	17
2.7.2 Intensidad lado baja tensión .....	17
2.7.3 Cortocircuitos.....	18
2.7.3.1 Introducción .....	18
2.7.3.2 Corrientes de cortocircuito .....	18
2.7.3.3 Conductor celdas transformador .....	18
2.7.3.4 Conexión del secundario del transformador al cuadro de BT.....	19
2.7.3.5 Cuadro auxiliar del centro de transformación .....	19
2.7.4 Ventilación .....	19
2.7.5 Pozo apagafuegos .....	20
2.7.4 Cálculo de la instalación de puesta a tierra .....	20
2.7.4.1 Introducción .....	20
2.7.4.2 Tierra de protección .....	21
2.7.4.3 Tierra de servicio .....	21
2.7.4.4 Resistencia de la tierra de protección.....	22
2.7.4.5 Resistencia de la tierra de servicio.....	23
2.7.4.6 Tensiones en el exterior de la instalación .....	23
2.7.4.7 Tensiones en el interior de la instalación.....	23
2.7.4.8 Tensiones aplicadas.....	23

2.7.4.9 Tensiones transferidas al exterior de la instalación .....	24
2.7.4.10 Separación entre las tomas de tierra y las masas .....	24
2.7.4.10 Corrección y ajuste si procede .....	29

#### ANEXOS:

- Dialux
- Hojas de cálculo



## 2. Cálculos

### 2.1. Luminotécnica

#### 2.1.1 Iluminación interior

Para el cálculo de la iluminación interior se ha utilizado el programa Dialux, Introduciendo en él las dimensiones de cada estancia, el nivel de iluminancia (en luxes) y el tipo de luminarias y lámparas escogidas para cada una, éste nos dará el número de luminarias y lámparas que han de colocarse, así como su distribución y su consumo. Todo esto ha sido explicado detalladamente en el apartado memoria del proyecto. Las hojas resultantes del cálculo generadas por el programa se encuentran en el anexo.

Las tablas resumen de las luminarias se muestran a continuación:

	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP	Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465
<b>Oficinas</b>					
<b>OFICINA PLANTA BAJA</b>					
Vestuari masculino		2			
Vestuario femenino		2			
Aseo chicos 2	3		2		
Aseo chicas 2	3		2		
Recursos humanos		4			
Botiquin		6			
Mantenimiento		6			
Director tecnico		8			
Sala de climatizacion		3			
Limpieza		3			
Sala de visitas		6			
Sala de espera planta baja			2		
Escaleras		2			
Hall planta baja			2		
Comedor		13			
Aseo chicos 1	2		1		
Aseo chicas 1	2		1		
Pasillo planta baja				12	



	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP	Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465
<b>OFICINA PRIMERA PLANTA</b>					
Aseo chicos 4	2		1		
Aseo chicas 4	2		1		
Archivos		2			
Director de personal		6			
Director comercial		6			
Sala de juntas		8			
Administracion		8			
Administracion comercial		4			
Sala de informatica		4			
Director gerente		6			
Sala de reuniones		10			
Aseo chicos 3	2		1		
Aseo chicas 3	2		1		
Hall 2ª planta			2		
Pasillo 2ª planta				9	
Sala de espera planta 1ª			2		

Philips ST520B 1xSLED3200/930 36

Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1

Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1

Philips TCW216 1xTL-D58W HFP

Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465

<b>Producción</b>					
Zona de Compresores					6
Zona de Horneado y moldeado					6
Zona de corte					6
Zona de Mecanizado 1					6
Zona de Mecanizado 2					6
Zona de Mecanizado 3					6
Zona de soldadores					6
Zonas de paso					15
<b>Almacén</b>					
Zona de racks					12
Zonas de paso				12	
Zona de carga					9
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>109</b>	<b>18</b>	<b>33</b>	<b>84</b>



## 2.1.2 Alumbrado exterior

Para la iluminación exterior se han elegido luminarias indicadas para exteriores que serán colocadas a lo largo del perímetro de la nave, proporcionando visibilidad suficiente durante la noche.

Quedarán instaladas a 4 metros de altura sobre el suelo y se colocarán en la fachada principal y en cada una de las puertas de salida de la nave, así como accesos para camiones.

La luminaria elegida es un proyector SNF300-MASTER HPI-T Plus-250W

Luminaria	Número	P. Total
SNF300 - MASTER HPI-T Plus - 250 W	12	3.000

## 2.1.3 Alumbrado de emergencia

Se han seleccionado luminarias de emergencia de la marca Legrand, autónomas, no permanentes y con señalización. Proporcionarán una iluminación media de  $5 \text{ lm/m}^2$  en las distintas estancias de las naves, de manera que en caso de fallo del alumbrado general o corte de suministro eléctrico, se mantenga un nivel mínimo de iluminación que permita la evacuación de las instalaciones.

Serán instaladas a 2,3 metros respecto del suelo en estancias con una altura máxima de 3 metros, se ubicarán sobre los marcos de las puertas señalando las salidas, en los cruces o cambios de dirección. Las estancias son las siguientes: oficinas, almacén, zona de carga zonas de producción. En los locales con altura superior a 3 metros, serán instaladas a 3,5 metros sobre el suelo.

Se muestra un ejemplo del procedimiento de cálculo utilizado:  
La superficie del cuarto de mantenimiento es de  $42,79 \text{ m}^2$ , son necesarios  $5 \text{ lm/m}^2$ , por lo tanto se necesitan 213,95 lm. Se escogen 2 luminarias Legrand G5 061776 con 155 lm cada una.

A continuación se recoge en una tabla resumen el cálculo del resto de estancias siguiendo el procedimiento descrito



Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
<b>PRODUCCIÓN</b>							
Almacén	565,99	5	2829,95	Legrand NFL 061849	3	770	2930
				Legrand G5 061761	4	155	
Carga y descarga	353,42	5	1767,1	Legrand NFL 061850	2	770	1850
				Legrand G5 061761	2	155	
Zona de producción	924,4	5	4622	Legrand NFL 061851	5	770	4625
				Legrand G5 061761	5	155	
TOTAL=	1843,81		9219,05		21		9405

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
<b>OFICINA PLANTA BAJA</b>							
Vestuari masculino	18,26	5	91,3	Legrand L31 661019	1	100	100
Vestuario femenino	18,27	5	91,35	Legrand L31 661019	1	100	100
Aseo chicos 2	10,17	5	50,85	Legrand L31 661020	1	100	100
Aseo chicas 2	10,17	5	50,85	Legrand L31 661021	1	100	100
Recursos humanos	28,78	5	143,9	Legrand G5 061761	1	155	155
Botiquín	23,88	5	119,4	Legrand G5 061761	1	155	155
Mantenimiento	42,79	5	213,95	Legrand G5 061761	2	155	310
Director técnico	52,11	5	260,55	Legrand G5 061761	2	155	310
Sala de climatización	14,8	5	74	Legrand L31 661019	1	100	100
Limpieza	21,17	5	105,85	Legrand G5 061761	1	155	155
Sala de visitas	44,33	5	221,65	Legrand G5 061761	2	155	310
Sala de espera planta baja	6,9	5	34,5	Legrand L31 661019	1	100	100
Escaleras	2,55	5	12,75	Legrand L31 661019	1	100	100
Hall planta baja	11,99	5	59,95	Legrand L31 661019	1	100	100
Comedor	91,97	5	459,85	Legrand G5 061776	2	310	620
Aseo chicos 1	7,38	5	36,9	Legrand L31 661019	1	100	100
Aseo chicas 1	7,96	5	39,8	Legrand L31 661019	1	100	100
Pasillo planta baja	52,23	5	261,15	Legrand L31 661019	7	100	700
TOTAL=	465,71		2328,55		28		3715



Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
<b>OFICINA PRIMERA PLANTA</b>							
Aseo chicos 4	7,96	5	39,8	Legrand L31 661019	1	100	100
Aseo chicas 4	7,57	5	37,85	Legrand L31 661019	1	100	100
Archivos	15,64	5	78,2	Legrand L31 661020	1	100	100
Director de personal	50,09	5	250,45	Legrand L31 661021	2	155	310
Director comercial	34,74	5	173,7	Legrand G5 061761	2	100	200
Sala de juntas	63,44	5	317,2	Legrand G5 061761	2	200	400
Administracion	67,47	5	337,35	Legrand G5 061761	2	200	400
Administracion comercial	25,04	5	125,2	Legrand G5 061761	1	155	155
Sala de informatica	28,47	5	142,35	Legrand L31 661019	1	155	155
Director gerente	36,24	5	181,2	Legrand G5 061761	1	200	200
Sala de reuniones	54,97	5	274,85	Legrand G5 061761	2	155	310
Aseo chicos 3	7,73	5	38,65	Legrand L31 661019	1	100	100
Aseo chicas 3	7,96	5	39,8	Legrand L31 661019	1	100	100
Hall 2ª planta	12	5	60	Legrand L31 661019	1	100	100
Pasillo 2ª planta	48,7	5	243,5	Legrand G5 061776	5	100	500
Sala de espera planta 1ª	6,9	5	34,5	Legrand L31 661019	1	100	100
<b>TOTAL=</b>	<b>474,92</b>		<b>2374,6</b>		<b>25</b>		<b>3330</b>

## 2.2. Intensidades de línea

### 2.2.1 Procedimiento

Se sigue el procedimiento descrito en la memoria.

### 2.2.2 Intensidades de cada línea

Para proceder al cálculo de las corrientes de cada línea se deben conocer los siguientes datos:

- Potencia de las luminarias instaladas en cada estancia.
- Potencia del resto de líneas terminales, motores.
- Potencia de las tomas de corriente:

Tablas de resumen de los distintos cuadro

Cuadro Produccion C1

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.C1-Ext	Extractor	3000,00	400	0,9	8,333	1,25	10,417	Trifásica
L.C1-Horno	Hornos	30000,00	400	0,85	88,235	1,25	110,294	Trifásica
L.C1-Pun	Punzonadora	32000,00	400	0,85	94,118	1,25	117,647	Trifásica
L.C1-Laser	Corte Láser	28000,00	400	0,9	77,778	1,25	97,222	Trifásica
L.C1-Cinta	Cinta transportadora	3000,00	400	0,86	8,721	1,25	10,901	Trifásica
L.C1-Puerta	Motor puerta de nave prod.	1500,00	400	0,9	4,167	1,25	5,208	Trifásica
L.C1-TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3680,00	400	1	9,200	1	9,200	Trifásica
L.C1-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11085,00	400	1	16,000	1	16,000	Trifásica
<b>Total</b>		<b>112265,00</b>			<b>306,552</b>		<b>376,890</b>	
<b>Factor simultaneidad=0,914</b>		<b>102646,50</b>			<b>280,2873011</b>		<b>344,5988899</b>	

Cuadro Produccion C2

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.C2.1-CNC 1	CNC 1	4200,00	400	0,86	12,209	1,25	15,262	Trifásica
L.C2.1-CNC 2	CNC 2	4200,00	400	0,86	12,209	1,25	15,262	Trifásica
L.C2.1-TORN 1	Torno 1	3600,00	400	0,86	10,465	1,25	13,081	Trifásica
L.C2.1-TORN 2	Torno 2	3600,00	400	0,86	10,465	1,25	13,081	Trifásica
L.C2.1-SOLD 1	Soldadura 1	6000,00	400	0,7	21,429	1,25	26,786	Trifásica
L.C2.1-SOLD 2	Soldadura 2	6000,00	400	0,7	21,429	1,25	26,786	Trifásica
L.C2TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3680,00	400	1	9,200	1	9,200	Trifásica
L.C2-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11085,00	400	1	16,000	1	16,000	Trifásica
<b>Total</b>		<b>42365,00</b>			<b>113,41</b>		<b>135,46</b>	
<b>Factor simultaneidad=0,808</b>		<b>34246,50</b>			<b>91,67373767</b>		<b>109,4994552</b>	

Instalación eléctrica en BT de una Nave Industrial con CT  
Pablo Ayarra Larreta



Cuadro Produccion C3

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.C.3-COM1	Compresor 1	5000,00	400	0,9	13,889	1,25	17,361	Trifásica
L.C.3-COM2	Compresor 2	5000,00	400	0,9	13,889	1,25	17,361	Trifásica
L.C3-Rosc	Roscadora	3200,00	400	0,87	9,195	1,25	11,494	Trifásica
L.C3-ESM	Esmeril	2000,00	400	0,87	5,747	1,25	7,184	Trifásica
L.C3-SIER	Sierra Manual	3000,00	400	0,87	8,621	1,25	10,776	Trifásica
L.C3-PLEG	Plegadora	6800,00	400	0,9	18,889	1,25	23,611	Trifásica
L.C3-TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3680,00	400	1	9,200	1	9,200	Trifásica
L.C3-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11085,00	400	1	16,000	1	16,000	Trifásica
<b>Total</b>		<b>39765,00</b>			<b>95,43</b>		<b>112,99</b>	
<b>Factor simultaneidad=0,796</b>		<b>31646,50</b>			<b>75,9467335</b>		<b>89,91963716</b>	

Cuadro alumbrado Produccion C4

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.C.4-AI1	Alumbrado Produccion 1	6624,00	400	0,95	17,432	1,8	31,377	Trifásica
L.C.4-AI2	Alumbrado Produccion 2	4968,00	400	0,95	13,074	1,8	23,533	Trifásica
L.C4-ZP	Alumbrado Zonas de paso	825,00	400	0,95	2,171	1,8	3,908	Trifásica
L.C4-EM	Al. Emergencias	100,00	230	0,95	0,458	1,8	0,824	Trifásica
<b>Total</b>		<b>12517,00</b>			<b>33,13</b>		<b>59,64</b>	
<b>Factor simultaneidad=1</b>		<b>9961,50</b>			<b>26,36928333</b>		<b>47,46471</b>	

Cuadro general almacén C5.0

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.C5.0-CARR 1	Tomas trifasicas carretillas1	9000,00	400	1	22,500	1	22,500	Trifásica
L.C5.0-CARR 2	Tomas trifasicas carretillas2	9000,00	400	1	22,500	1	22,500	Trifásica
L.C5.0-AL1	Circuito alumbrado	3312,00	400	0,95	8,716	1,8	15,688	Trifásica
L.C5.0-Zp	Circuito alumbrado Zonas de paso	660,00	400	0,95	1,737	1,8	3,126	Trifásica
L.C5.0-AE	Al. Emergencia	110,00	230	0,95	0,503	1,8	0,906	Trifásica
L.C5.0-TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3680,00	400	1	9,200	1	9,200	Trifásica
L.C5.0-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11085,00	400	1	16,000	1	16,000	Trifásica
L.C5.0-Puerta	Puerta Almacen	1500,00	400	0,9	4,167	1,25	5,208	Trifásica
L.C5.0-5.1	Alimentacion cuadro 5.1	58889,89	400	0,95	89,580	1	89,580	Trifásica
<b>Total</b>		<b>97236,89</b>			<b>174,903</b>		<b>184,709</b>	
<b>Factor simultaneidad=0,594</b>		<b>57751,66</b>			<b>103,8795283</b>		<b>109,7038883</b>	

Cuadro general almacén C5.1

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.C5.1-Grua1	Puente grúa 1	15000,00	400	0,95	39,474	1,25	49,342	Trifásica
L.C5.1-Grua2	Puente grúa 2	15000,00	400	0,95	39,474	1,25	49,342	Trifásica
L.C5.1-AL	Circuito alumbrado	2484,00	400	0,95	6,537	1,8	11,766	Trifásica
L.C5.1-AE	Al. Emergencia	40,00	230	0,95	0,183	1,8	0,330	Trifásica
L.C5.1-Puerta 1	Puerta almacen 1	1500,00	400	0,9	4,167	1,25	5,208	Trifásica
L.C5.1-Puerta 2	Puerta almacen 2	1500,00	400	0,9	4,167	1,25	5,208	Trifásica
L.C5.1-TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3680,00	400	1	9,200	1	9,200	Trifásica
L.C5.1-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11085,00	400	1	16,000	1	16,000	Trifásica
<b>Total</b>		<b>50289,00</b>			<b>119,201</b>		<b>146,397</b>	
<b>Factor simultaneidad=0,612</b>		<b>30770,50</b>			<b>72,93567931</b>		<b>89,57625007</b>	

Cuadro secundario oficinas C6.0

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\phi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.C6.0-CL1	Climatización planta baja	3750,00	400	0,8	6,774	1,25	8,47	Trifásica
L.C6.0-CL2	Climatización planta primera	3750,00	400	0,8	6,774	1,25	8,47	Trifásica
L.C6.0-TC1	Tomas corriente	1725,00	400	1	4,313	1	4,31	Trifásica
L.C6.0-TCB	Tomas corriente baños	1035,00	400	1	2,588	1	2,59	Trifásica
L.C6.0-TI1	Tomas informática	2300,00	400	1	5,750	1	5,75	Trifásica
L.C6.0-AL	Circuito alumbrado	5900,00	400	0,95	15,526	1,8	27,95	Trifásica
L.C6.0-AE	Alumbrado emergencia	230,00	230	0,95	1,053	1,8	1,89	Trifásica
L.C6.0-C6.1	Alimentacion cuadro 6.1	20931,62	400	0,95	31,840	1	31,84	Trifásica
<b>Total</b>		<b>39621,62</b>			<b>74,617</b>		<b>91,267</b>	
<b>Factor simultaneidad=0,878</b>		<b>34772,15</b>			<b>65,48396454</b>		<b>80,0961651</b>	

Cuadro secundario oficinas C6.1

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\phi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.C6.1-AL1	Circuito alumbrado	4892,00	400	0,95	12,874	1,8	23,173	Trifásica
L.C6.1-AE	Alumbrado emergencia	230,00	230	0,95	1,053	1,8	1,895	Trifásica
L.C6.1-TC1	Tomas corriente	1725,00	400	1	4,313	1	4,313	Trifásica
L.C6.1-TCB	Tomas corriente baños	1035,00	400	1	2,588	1	2,588	Trifásica
L.C6.1-TI1	Tomas informática	2300,00	400	1	6	1	5,750	Trifásica
<b>Total</b>		<b>10182,00</b>			<b>26,576</b>		<b>37,717</b>	
<b>Factor simultaneidad=0,844</b>		<b>8595,00</b>			<b>22,43404382</b>		<b>31,83861536</b>	

Cuadro general Distribución

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\phi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L.CGD-C1	Cuadro Sec. producción C1	102646,50	400	0,914	280,29	1	344,599	Trifásica
L.CGD-C2	Cuadro Sec. producción C2	34246,50	400	0,808	91,67	1	109,499	Trifásica
LCGD-C3	Cuadro Sec. almacén C3	31646,50	400	0,796	75,95	1	89,920	Trifásica
LCGD-C4	Cuadro Sec. Alumbrado prod. C4	9961,50	400	1,000	26,37	1	47,465	Trifásica
LCGD-C5.0	Cuadro Sec. almacén C5.0	57751,66	400	0,594	103,88	1	109,704	Trifásica
LCGD-C6.0	C6.0	34772,15	400	0,878	65,48	1	80,096	Trifásica
LCGD-ALEXT	Alumbrado exterior	3000,00	400	0,950	8	1,8	14,211	Trifásica
<b>Total</b>		<b>274024,81</b>			<b>651,54</b>		<b>795,49</b>	

Línea	Descripción	Pot (W)	Tensión (V)	cos $\phi$	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
LCGD-bc	Batería de condensadores	105000,00	400	1,000	122	1	122	Trifásica

### 2.2.3 Potencia del transformador

Una vez obtenidos los valores de las intensidades de cada línea, se escoge el transformador que mejor se ajusta a la potencia demandada. Se calcula la intensidad que suministra un transformador de 630 KVA:

$$I = \frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot 400} = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 909.32 A$$

La intensidad máxima que es capaz de suministrar el transformador es superior a la requerida por la instalación. De esta manera es posible un aumento del consumo debido a una futura ampliación.

## 2.3. Secciones de los conductores

### 2.3.1 Procedimiento

Se calcula la intensidad nominal siguiendo el procedimiento descrito en la memoria, deben ser aplicados distintos factores de corrección que dependen de la temperatura, tipo de canalización y número de conductores, con lo que se determina intensidad admisible.

Una vez obtenidos los valores, se consulta la tabla correspondiente del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, son aplicados los factores de corrección correspondientes y se escoge la sección correspondiente a la Intensidad máxima admisible. Ha de comprobarse también que la sección elegida cumple el criterio de caída de tensión, con el fin de que cumpla con la normativa la caída de tensión no debe superar el 4,5% para el alumbrado y del 6,5% el resto de aplicaciones, de acuerdo con la ITC-BT-19.

La sección por caída de tensión se determina con las siguientes expresiones, dependiendo del tipo de línea:

Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

Donde:

U: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

In: intensidad nominal de la línea en amperios.

$\cos \varphi$ : factor de potencia.

C: conductividad del material del conductor (56 para el cobre).

S: sección del cable en  $\text{mm}^2$

### 2.3.2 Acometida del cuadro general distribución C1

Es la línea que transporta toda la corriente de la instalación, parte del cuadro de baja tensión del centro de transformación, se diseña para poder aprovechar el 100% de la potencia del transformador.

Como se ha calculado en el apartado anterior, esta línea quedará dimensionada para soportar una corriente de 909,32A. Su longitud son 28 metros, y discurre enterrada bajo tubo a una profundidad de 0.7 metros, por lo que se aplica un factor de corrección de 0.8.

$I_n = 909,32\text{A}$

Intensidad que circula por cada cable  $I = 909,32 / 2 = 454,66\text{ A}$

Aplicando el factor de corrección  $I' = 454,66 / 0.8 = 568,32\text{A}$

De acuerdo a lo indicado en la tabla 5 de la ITC-07, se instalarán dos ternas de cable unipolar de  $240\text{ mm}^2$ , esta medida está sobredimensionada de forma que se minimice la caída de tensión.

Se comprueba que cumple el criterio de caída de tensión:

$$cdt = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{S \cdot C} = \frac{\sqrt{3} \cdot 28 \cdot 909,32 \cdot 0,9}{240 \cdot 2 \cdot 56} = 1.47\text{V}$$

$$cdt(\%) = \frac{cdt \cdot 100}{400} = \frac{1.47 \cdot 100}{400} = 0,37\%$$

Donde:

$L = 28\text{m}$

$I_n = 909,32\text{ A}$

$S = 240 \times 2\text{ mm}^2$

$C = 56$  para el cobre

$\cos \varphi = 0.9$

La caída de tensión obtenida es inferior a la máxima caída permitida, por lo que se considera válido el cálculo.

La distribución de la corriente desde el centro de transformación al cuadro general de distribución se realiza mediante un total de seis conductores unipolares de cobre, dos por fase de  $240\text{ mm}^2$  de sección. Para el neutro se emplea un conductor de  $240\text{mm}^2$  con aislamiento



de XLPE. La acometida discurrirá por 4 tubos corrugados de 75mm, color rojo FU 15 R con resistencia al aplastamiento 450 N.

### 2.3.3 Líneas de los cuadros secundarios, auxiliares y líneas terminales

El procedimiento seguido es el descrito anteriormente, se han tenido en cuenta los factores de corrección necesarios para el cumplimiento del RBT, de acuerdo al tipo de instalación, si es enterrada o se trata de una instalación interior. Dependiendo del lugar por el que discurran los conductores se alojarán en tubos de pvc flexibles, rígidos o metálicos.

Con el objetivo de agilizar los cálculos de toda la instalación, se han introducido las características de cada línea; longitud, potencia,  $\cos \phi$ , con sus correspondientes fórmulas en una hoja de cálculo. Estas se recogen en el anexo con sus resultados correspondientes.

## 2.4. Intensidades de cortocircuito

### 2.4.1 Introducción

Su cálculo tiene la finalidad de determinar el poder de corte de las protecciones, el valor depende del punto de la instalación, se tomarán como puntos de cálculo las entradas de cada cuadro. El poder de corte deberá ser superior a la corriente de cortocircuito.

### 2.4.2 Procedimiento

Se sigue el descrito en la memoria del proyecto.

### 2.4.3 Intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador

En primer lugar se determina la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito de la red proporcionada por la compañía suministradora es de 500 MVA.

Se desprecia la resistencia R frente a la reactancia X, y se calcula la impedancia de la red aguas arriba del transformador.

$$Z_{MT} = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}} = \frac{13200^2}{500 \cdot 10^6} = 0.35 j\Omega$$

Donde:

Us: tensión en vacío del secundario en voltios.  
Pcc: potencia de cortocircuito en KVA.  
Z,X: impedancia o reactancia aguas arriba en mΩ.

El valor obtenido está referido a MT, debe calcularse el equivalente en el lado de BT:

$$Z_{BT} = Z_{MT} \cdot \left( \frac{400}{13200} \right)^2 = 0,35 \cdot \left( \frac{400}{13200} \right)^2 = 0,32 m\Omega j$$

A continuación, se determina la impedancia del transformador, para lo que se considera despreciable la aparamenta de alta tensión y se considera nula la resistencia del transformador en comparación con a la impedancia.

$$Z = X = U_{cc} \cdot \left( \frac{U^2}{S_n} \right) = 0,04 \cdot \left( \frac{400^2}{630 \cdot 10^3} \right) = 10,16 m\Omega j$$

Donde:

U: tensión en vacío entre fases en voltios.  
Ucc: tensión de cortocircuito en % (4%).  
Sn: potencia aparente en KVA (630KVA).  
Z,X: impedancia o reactancia al secundario en mΩ.

Se calcula la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,48 \cdot 10^{-3}} = 22 kA$$

Donde:

Icc: corriente de cortocircuito eficaz en KA.  
Us: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.  
ZT: impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en mΩ.  
Zd: 10,48mΩj

## 2.4.4 Intensidad de cortocircuito en el cuadro general de baja

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia ZT= 10,16 mΩ inductiva.  
Partiendo de este punto, se calculan los valores de resistencia, reactancia e impedancia, desde la acometida hasta el cuadro general de distribución:

28 metros de acometida, formada por 3 fases de 2x240 mm<sup>2</sup>

$$R_L = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,01724 \cdot 28}{240 \cdot 2} = 1,04 m\Omega$$

$$X_{BT} = 10,16 m\Omega$$

$$X_T = 0,32 m\Omega$$

$$X_{aut} = (0,15 m\Omega \cdot 3) = 0,45 m\Omega j$$

$$Z_d = R_L + (X_{BT} + X_T + X_{aut})j$$

$$|Z_d| = 10,97 m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,97 \cdot 10^{-3}} = 21 KA$$

Donde:

$I_{cc}$ : corriente de cortocircuito eficaz en KA.

$U_s$ : tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

$Z_T$ : impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en  $m\Omega$ .

$Z_d$ : 10,48  $m\Omega j$

## 2.4.5 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros secundarios.

Se han introducido las características de cada línea con sus correspondientes fórmulas en una hoja de cálculo. Estas se recogen en el anexo con sus resultados correspondientes

## 2.5. Corrección del factor de potencia

### 2.5.1 Elección de la batería de condensadores

Se muestran en la tabla los  $\cos \varphi$  de cada línea alimentada por el cuadro general de BT:

Cuadro Produccion C1

Línea	Descripción	Pot (W)	$\cos \varphi$	S (VA)
L.C1-Ext	Extractor	3000	0,9	3333,33
L.C1-Horno	Hornos	30.000	0,85	35294,12
L.C1-Pun	Punzonadora	32.000	0,85	37647,06
L.C1-Laser	Corte Láser	28.000	0,9	31111,11
L.C1-Cinta	Cinta transportadora	3.000	0,86	3488,37
L.C1-TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3.680	1	3680,00
L.C1-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11.085	1	11085,00
<b>Total</b>		<b>110765,00</b>		<b>125638,99</b>

Cuadro Produccion C2

Línea	Descripción	Pot (W)	cos $\varphi$	S (VA)
L.C2.1-CNC 1	CNC 1	4200	0,86	4883,72
L.C2.1-CNC 2	CNC 2	4200	0,86	4883,72
L.C2.1-TORN 1	Torno 1	3600	0,86	4186,05
L.C2.1-TORN 2	Torno 2	3600	0,86	4186,05
L.C2.1-SOLD 1	Soldadura 1	6000	0,7	8571,43
L.C2.1-SOLD 2	Soldadura 2	6000	0,7	8571,43
L.C2TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3.680	1	3680,00
L.C2-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11.085	1	11085,00
<b>Total</b>		<b>42365,00</b>		<b>50047,39</b>

Cuadro general almacén C3

Línea	Descripción	Pot (W)	cos $\varphi$	S (VA)
L.C.3-COM1	Compresor 1	5000	0,9	5555,56
L.C.3-COM2	Compresor 2	5000	0,9	5555,56
L.C3-Rosc	Roscadora	3200	0,87	3678,16
L.C3-ESM	Esmeril	2000	0,87	2298,85
L.C3-SIER	Sierra Manual	3000	0,87	3448,28
L.C3-PLEG	Plegadora	6800	0,9	7555,56
L.C3-TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3.680	1	3680,00
L.C3-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11.085	1	11085,00
<b>Total</b>		<b>39765,00</b>		<b>42856,95</b>

Cuadro alumbrado Produccion C4

Línea	Descripción	Pot (W)	cos $\varphi$	S (VA)
L.C.4-AI1	Alumbrado Produccion 1	6624,00	0,95	6972,63
L.C.4-AI2	Alumbrado Produccion 2	4968,00	0,95	5229,47
L.C4-ZP	Alumbrado Zonas de paso	825	0,95	868,42
L.C4-Puerta	Motor puerta de nave prod.	1500	0,9	1666,67
L.C4-EM	Al. Emergencias	100	0,95	105,26
<b>Total</b>		<b>14017,00</b>		<b>14842,46</b>

Cuadro general almacén C5.0

Línea	Descripción	Pot (W)	cos $\varphi$	S (VA)
L.C5.0-CARR 1	Tomas trifasicas carretillas1	9000	1	9000,00
L.C5.0-CARR 2	Tomas trifasicas carretillas2	9000	1	9000,00
L.C5.0-AL1	Circuito alumbrado 1	3312	0,95	3486,32
L.C5.0-Zp	Circuito alumbrado Zonas de paso	605	0,95	636,84
L.C5.0-AE	Al. Emergencia	110	0,95	115,79
L.C5.0-TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3.680	1	3680,00
L.C5.0-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11.085	1	11085,00
L.C5.0-Puerta	Puerta Almacen	1500	0,9	1666,67
L.C5.0-C5.1	Alimentacion cuadro 5.1	50289,00	0,96	52334,12
<b>Total</b>		<b>88581,00</b>		<b>91004,74</b>

Cuadro general almacén C5.1

Línea	Descripción	Pot (W)	cos $\varphi$	S (VA)
L.C5.1-Grua1	Puentre grúa 1	15000	0,95	15789,47
L.C5.1-Grua2	Puentre grúa 2	15000	0,95	15789,47
L.C5.1-AL1	Circuito alumbrado 1	2484	0,95	2614,74
L.C5.1-AE	Al. Emergencia	40	0,95	42,11
L.C5.1-Puerta 1	Puerta almacen 1	1500	0,9	1666,67
L.C5.1-Puerta 2	Puerta almacen 2	1500	0,9	1666,67
L.C5.1-TC-Mon	Tomas corriente monofasicas	3.680	1	3680,00
L.C5.1-TC-TRI	Tomas corriente trifasicas	11.085	1	11085,00
<b>Total</b>		<b>50289,00</b>		<b>52334,12</b>

Cuadro secundario oficinas C6.0

Línea	Descripción	Pot (W)	cos $\varphi$	S (VA)
L.C7-CL1	Climatización planta baja	3600	0,8	4500,00
L.C7-CL2	Climatización planta primera	3600	0,8	4500,00
L.C7-TC1	Tomas corriente	3450	1	3450,00
L.C7-TCB	Tomas corriente baños	3450	1	3450,00
L.C7-TI1	Tomas informática	2300	1	2300,00
L.C7-AL1	Circuito 3 alumbrado	5900	0,95	6210,53
L.C7-AE	Alumbrado emmergencia	230	0,95	242,11
L.C7.0-C7.1	Alimentacion cuadro 7.1	23522	0,98	23964,75
<b>Total</b>		<b>46052,00</b>		<b>48617,38</b>

Cuadro secundario oficinas C6.1

Línea	Descripción	Pot (W)	cos $\varphi$	S (VA)
L.C8-AL1	Circuito 1 alumbrado	4892	0,95	5149,47
L.C8-AE	Alumbrado emmergencia	230	0,95	242,11
L.C8-TC1	Tomas corriente	3450	1	3450,00
L.C8-TCB	Tomas corriente baños	3450	1	3450,00
L.C8-TI1	Tomas informática	2300	1	2300,00
<b>Total</b>		<b>14322,00</b>		<b>14591,58</b>

Cuadro general B.T. oficinas C1

Línea	Descripción	Pot (KW)	cos $\varphi$	S (KVA)
L.CGD-C1	Cuadro gral. producción C1	110765,00	0,88	125638,99
L.C1.0-C2	Cuadro gral. producción C2	42365,00	0,85	50047,39
L.CGD-C3	Cuadro gral. producción C3	39765,00	0,93	42856,95
L.CGD-C4	Cuadro Alumbrado producción C4	14017,00	0,94	14842,46
L.CGD-C5.0	Cuadro oficinas C5.0	88581,00	0,97	91004,74
L.CGD-C6.0	Cuadro oficinas C6.0	46052,00	0,95	48617,38
LCGD-ALEXT	Alumbrado exterior	3000,00	0,95	3157,89
<b>Total</b>		<b>344545,00</b>		<b>376165,81</b>

$$\cos \varphi = \frac{\sum P}{\sum S} = \frac{344.545}{376.165,81} = 0,916$$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P \cdot \tan \varphi = 344.545 \cdot \tan 23,66 = 150.961,77 \text{ VAr}$$

Nos interesa conseguir un FP superior a 0,98 lo que implica una potencia reactiva de:

$$Q' = P \cdot \tan \varphi' = 325.611,50 \cdot \tan 11,478 = 69.962,85 \text{ VAr}$$

Entonces necesitamos compensar:

$$Q_{\text{compensar}} = Q - Q' = 80998,93 \text{ VAr}$$

Ha sido escogida una batería con compensación automática capaz de compensar una energía reactiva de 100 KVar, con lo que quedan cubiertas las necesidades de la instalación. El equipo seleccionado pertenece a la marca Merlin Gerin es de la serie **RECTIMAT 2 Estándar H 400 V 105 KVar**, este se ubica junto al el cuadro general de baja tensión C1.

## 2.5.2 Conductor de la batería

De acuerdo con la ecuación de potencia:

$$\frac{Q}{3} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \cdot \sin \varphi$$

Donde:

$\sin \varphi = 1$  (el de la batería de condensadores)

$V = 400 \text{ V}$

$Q =$  potencia de la batería de condensadores (105 KVar)

Se despeja y calcula la intensidad nominal = 122 A.

Para la cual se seleccionan conductores de 50mm<sup>2</sup>, la caída de tensión dada su corta longitud se considera despreciable.

## 2.5.3 Protección de la batería de condensadores

Conociendo los siguientes datos; intensidad nominal, intensidad de cortocircuito (se toma la misma que la de entrada al C1)  $I_{cc} = 25 \text{ KA}$ .

Por lo que se selecciona un interruptor magnetotérmico con poder de corte 25 KA,  $I_n = 125 \text{ A}$  y un diferencial de 125 A con una sensibilidad de 300ma.

## 2.6. Instalación de puesta a tierra

### 2.6.1 Resistividad del terreno

La resistividad depende de la naturaleza del terreno y profundidad, se consulta la tabla 3 de la **ITC-BT-18**. Dada la composición del terreno, margas y arcilla compactada, se obtiene un valor de resistividad de  $150 \Omega \cdot m$ .

### 2.6.2 Resistencia de la instalación de tierra

## 2.7. Instalación de la puesta a tierra

### 2.6.1 Investigación del terreno

Dependiendo de la naturaleza y de la profundidad del terreno variará la resistencia de tierra, para lograr la resistividad del terreno se acudirá a la tabla 3 de la ITC-BT-18.

Dada la naturaleza del terreno (margas y arcilla compactada) se obtiene un valor orientativo de la resistividad de terreno, que será de  $100$  a  $200 \Omega \cdot m$  (valor medio  $150 \Omega \cdot m$ ).

### 2.6.2 Cálculo de la resistencia de tierra

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos. De los dos valores se coge el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco.

#### Resistencia de las picas:

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18 tenemos que:

$$R_{pica} = \rho / L = 150/2 = 75 \Omega$$

L= longitud de la pica = 2m

D= diámetro de la pica = 14 mm

$\rho$ = Resistividad del terreno.

Se sabe que la resistencia equivalente a un grupo de picas es inversamente proporcional al número de estas, aunque esto en la práctica no sea rigurosamente cierto, se considerara así.

$$R_{equivalente} = R_{pica} / N$$

N = número de picas

Es nuestro caso se colocarán 4 picas situadas conforme la ITC-18 del RBT en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado en los cimientos del edificio, como puede observarse en los planos adjuntos al proyecto.

$$R_{\text{equivalente}} = R_{\text{pica}} / N = 75/4 = 18.75 \Omega$$

Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado:

El conductor irá enterrado a una profundidad mínima de 0.5 m ( ITC-18 del RBT). Se colocará a 0.8 m. Por la tabala 5 de dicha ITC, se tiene que:

$$R_{\text{conductor}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 150}{232} = 1.29 \Omega$$

L= longitud del conductor en metros 232m.

Resistencia a tierra total de la instalación:

$$R_{\text{TOTAL}} = \frac{R_{\text{equivalente}} \cdot R_{\text{conductor}}}{R_{\text{equivalente}} + R_{\text{conductor}}} = 1.21 \Omega$$

Se comprueba, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 300 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \cdot R_{\text{TOTAL}} = 0.39V < 50V$$

Se tomaría la instalación por buena.

### 2.6.3 Sección del conductor de tierra y del cable de protección

El conductor de tierra será de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, mientras que el conductor de protección tendrá una sección como máximo de 50 mm<sup>2</sup>.

### 2.6.4 Punto de puesta a tierra

El dispositivo que mide la puesta a tierra se colocará sobre el conductor de puesta a tierra y en un lugar accesible, tal y como dice la ITC-18 del RBT. Se ha elegido para ello la zona de producción, al lado del cuadro general.

### 2.6.3 Sección del cable de tierra y de protección

Será instalado un conductor desnudo de cobre trenzado de 50 mm<sup>2</sup> de sección para las instalaciones de tierra de servicio y protección. Son independientes la una de la otra, no se unen en ningún punto. La sección mínima de los cables de protección viene dados en la tabla 2 de la **ITC-BT-18**.



## 2.6.4 Ubicación de las cajas de seccionamiento y medición

Las caja de seccionamiento y medición de puesta a tierra han de ser colocadas en un lugar accesible, por lo que se ubicarán en la fachada exterior del edificio, tal como está indicado en los planos.

## 2.8. Centro de transformación

### 2.7.1 Intensidad lado de media tensión

La intensidad en el lado de media tensión se determina mediante la siguiente expresión en un sistema trifásico:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

S= Potencia del transformador en KVA. (630 KVA)

Up= Tensión de línea primaria en KV (13,2 KV)

Ip= Intensidad primaria en amperios.

Se obtiene una intensidad primaria de 27,55A.

### 2.7.2 Intensidad lado de baja tensión

La intensidad secundaria Is viene determinada por la expresión, en un sistema trifásico:

$$I_s = \frac{S - W_{FE} - W_{CU}}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

S= Potencia del transformador 630 KVA

WCu = Pérdidas en el cobre del transformador

WFe= Pérdidas en el hierro del transformador

Us= Tensión compuesta en carga del secundario 0,4 KV

Is= Intensidad secundaria en Amperios

Considerando despreciables las pérdidas en el hierro y en los arrollamientos, por lo que se tiene una intensidad por el secundario de 909,32A.

### 2.7.3 Cortocircuitos

### 2.7.3.1 Introducción

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se toma como base de cálculo una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

### 2.7.3.2 Corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se utilizarán las siguientes expresiones:

1-Intensidad en el lado de media tensión para cortocircuito en el de baja:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = 21.87 \text{ KA}$$

Donde:

$S_{cc}$ = potencia de cortocircuito de la red 500 MVA

$U$ = tensión primaria 13,2 KV

$I_{ccp}$ = intensidad de cortocircuito primaria en KA

2-Intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión:

$$I_{ccs} = \frac{I_s \cdot 100}{U_{cc}(\%)} = 5.7 \text{ KA}$$

Despreciando la impedancia de red en el lado de alta tensión.

Donde:

$I_s$  = Intensidad secundaria

$U_{cc}$ = tensión porcentual de cortocircuito del transformador (4%)

$I_{ccs}$ = intensidad máxima de cortocircuito en el lado de baja tensión (KA)

### 2.7.3.3 Conductor celdas del transformador

La intensidad nominal que ha de soportar el cable por estar sometido a una tensión de 13,2 Kv, se ha calculado en un apartado anterior, son 27,55A. Por lo que se escoge una terna de conductores unipolares de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento de XLPE. Su intensidad máxima admisible es de 154 A, y la caída de tensión se considera despreciable. De este modo queda asegurado el cumplimiento del criterio térmico y de caída de tensión.

### 2.7.3.4 Conexión del secundario del transformador al cuadro de BT

La intensidad nominal que tienen que soportar los cables que unen el secundario del transformador con el cuadro de baja tensión ha sido calculada con anterioridad, son 909,32A.

Para ello se escogen dos ternas de conductores unipolares de cobre de 240 mm<sup>2</sup>, y 240 mm<sup>2</sup> para el neutro, ambas con aislamiento de XLPE. La caída de tensión se considera despreciable, al ser una longitud muy corta.

### 2.7.3.5 Cuadro auxiliar del centro de transformación

Se describen a continuación las líneas que alimentará dicho cuadro:

Cuadro auxiliar CT				
Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos	S (VA)
L.CT-1	Alumbrado	110	0,95	115,79
L.CT-2	Al. Emergencia	6	0,95	6,32
L.CT-3	TC monofásica	517,5	0,95	544,74
Total		633,5		666,84

### 2.7.4 Ventilación

Su misión es evacuar el calor producido del transformador, creadas por las pérdidas magnéticas y las de los arrollamientos por efecto Joule.

Características del transformador:

- W<sub>cu</sub>= Pérdidas del cobre 2,3 KW
- W<sub>Fe</sub>= Pérdidas del hierro 8,6 KW
- h= 2 m
- K= 0,5
- ΔT= 15 °C

$$S = \frac{W_{FE} + W_{CU}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{(h \cdot \Delta T)^3}} = 1,1 \text{ m}^2$$

Donde:

- S= Superficie en m<sup>2</sup> de la rejilla.
- W<sub>cu</sub>= Pérdidas de Cobre.
- W<sub>fe</sub>= Pérdidas de hierro.
- h = diferencia de altura entre la rejilla de entrada y la de salida.



K= coeficiente en función del tipo de rejilla

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el aire de entrada y el de salida.

La superficie de la rejilla será como mínimo un 40% superior a la obtenida, de acuerdo a lo establecido en la MIE RAT 13. Ya que debido a las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos, la superficie efectiva se ve mermada y con ello disminuye el flujo de aire.

$$S_{entrada} = 1,1 + (1,1 \cdot 0,4) = 1,4 m^2$$

La superficie de la rejilla para la salida del aire caliente es mayor que la de entrada se establece la siguiente relación:

$$S_{entrada} = S_{salida} \cdot 0,92 = 2 m^2$$

La rejilla de ventilación para la entrada de aire, está situada en la parte lateral izquierda inferior, detrás del transformador. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral derecha, 2 m por encima de la anterior de dimensiones 2200x780 mm, con superficie de 1.71 m<sup>2</sup>. Están ubicadas a diferente altura para favorecer la circulación del aire. El suministro e instalación está incluido en el precio del prefabricado.

## 2.7.5 Pozo apagafuegos

La caseta dispone de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad, recubierto de grava que facilita la absorción del fluido y evita así el vertido hacia el exterior, minimizando el daño en caso de incendio.

## 2.7.4 Instalación de puesta a tierra

### 2.7.4.1 Introducción

Se distinguen 2 tipos de instalación, protección y servicio. La finalidad de separarlas es evitar que se transfieran diferencias de potencial que podrían resultar peligrosas.

Datos:

- La investigación previa del terreno determina una resistividad 1 de 150  $\Omega \cdot m$
- Tensión de red 13,2 KV
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 24KV
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las Empresas suministradoras de energía: Id= 300 A

Características del prefabricado:

- Dimensiones caseta tiene 4480 x 2380, largo x ancho
- Resistividad del terreno:  $\rho = 150 \Omega \cdot m$ .
- Resistividad del hormigón:  $\rho_h = 3000 \Omega \cdot m$

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado directamente a tierra por una instalación independiente. Por lo que, la intensidad máxima de defecto depende de la resistencia de la tierra de protección del centro, así como de las características de la red de suministro de energía. La compañía suministradora nos proporciona los siguientes datos; intensidad máxima de defecto a tierra 400 A, tiempo de eliminación del defecto debe ser inferior a 0,45 segundos.

#### 2.7.4.2 Tierra de protección

A esta instalación se conectan las partes metálicas de la instalación que no están sometidas a tensión en condiciones normales, pero podrían estarlo a consecuencia de algún tipo de defecto o avería. Estas partes metálicas pueden ser; chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas.

Para los cálculos a realizar se emplearán se procede según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1KV protegido contra daños mecánicos. Es posible utilizar varias configuraciones, siempre que cumpla las comprobaciones, se ha elegido la configuración **50-30/8/84** para la tierra de protección con las siguientes características:

Resistencia	$K_r = 0.062 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$
Tensión de paso	$K_p = 0.0096 \frac{V}{\Omega \cdot mA}$
Tensión de contacto exterior	$K_c = 0.0232 \frac{V}{\Omega \cdot mA}$

Está formada por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Su diámetro es de 14 mm con una longitud de 4 metros, serán enterrados verticalmente a una profundidad de 0,8 metros formando un rectángulo de 5x3 metros.

#### 2.7.4.3 Tierra de servicio

A ella se conecta el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1KV protegido contra daños mecánicos. Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando se cumplan las comprobaciones se ha elegido la configuración **8/84** con las siguientes características:

Resistencia 
$$K_r = 0.051 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

Está formado por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Su diámetro es de 14 mm con una longitud de 4 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros, separadas entre si 3 metros. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 metros.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo debe ser inferior a 37Ω. Cumpliendo este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de baja tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 300mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 v.

NOTA: Debe mantenerse una separación mínima entre las picas de tierra de protección y las picas de tierra de servicio, a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de baja tensión.

#### 2.7.4.4 Resistencia de la tierra de protección

Iberdrola proporciona los siguientes datos de la puesta a tierra del neutro: Rn=0 Ω; Xn=25 Ω. Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del centro y tensión de defecto correspondiente, se utilizarán las siguientes expresiones:

-Resistencia del sistema de puesta a tierra:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.062 \cdot 150 = 9.3\Omega$$

-Intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_n + R_r)^2 + X_n^2)}} = 285,71A$$

-Tensión de defecto:

$$U_{dt} = R_t \cdot I_d = 9.3 \cdot 285.71 = 2658.23V$$

El aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión del Centro de Transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que se establece como mínimo 3000V.

De este modo se evita que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de alta tensión dañen los elementos de Baja Tensión del Centro. Se comprueba además que la intensidad de defecto calculada es superior a 100A, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

#### 2.7.4.5 Resistencia de la tierra de servicio

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.051 \cdot 150 = 7.65 < 37 \Omega$$

Su valor es inferior a 37  $\Omega$  por lo que se da por válido el cálculo.

#### 2.7.4.6 Tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$V_{pt} = K_p \cdot I_d \cdot \rho = 0.0096 \cdot 150 \cdot 400 = 574V$$

#### 2.7.4.7 Tensiones en el interior de la instalación

El piso del centro estará constituido por una malla electrosoldada con orificios de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0.30x0.30m. Esta malla se conectará en dos puntos opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue proteger a la persona que deba acceder a una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. La malla se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

De este modo las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

No obstante, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior:

$$V_{p(acc)} = K_c \cdot I_d \cdot \rho = 0.00232 \cdot 150 \cdot 285,71 = 994.27V$$

#### 2.7.4.8 Tensiones aplicadas

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro de Transformación, se emplearán las siguientes expresiones:

$$Vp(adm.ext.) = \frac{10K}{tn \cdot \left(1 + \left(\frac{6\rho}{1000}\right)\right)} = 3040V$$

$$Vp(adm.int.) = \frac{10K}{tn \cdot \left(1 + \left(\frac{3\rho + 3\rho H}{1000}\right)\right)} = 16720V$$

Donde:

Up: tensiones de paso en Voltios.

K= 72

n = 1

K y n se obtienen en el MIE RAT 13, en función del tiempo de desconexión t.

t : tiempo de desconexión en segundos (0,45s)

$\rho$ : resistividad del terreno 150  $\Omega \cdot m$

$\rho H$ : resistividad del hormigón 3000  $\Omega \cdot m$

Se comprueba que los resultados obtenidos sean inferiores a los máximos admisibles:

En el exterior:

$$V'_{p(ext)} = K_p \cdot I_d \cdot \rho = 411.42 < 3040V$$

En el interior:

$$V'_{p(int)} = K_c \cdot I_c \cdot \rho = 994.27 < 16720V$$

#### 2.7.4.9 Tensiones transferidas al exterior

Con el fin de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{\min}$ , entre los electrodos más cercanos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} \geq \frac{\rho \cdot Id}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 9,55m$$

Con altas resistividades del terreno, se utiliza la siguiente expresión:

$$D = \frac{\rho \cdot Id}{2 \cdot \pi \cdot 1200} = 7,95m$$

Donde:





D: distancia entre electrodos, en metros.  
 $\rho$  : resistividad media del terreno en  $\Omega \cdot m$   
Id: Intensidad de defecto a tierra en A.

Ha de comprobarse que las masas de la instalación y los conductores de protección asociados a estas masas, no están unidas a la tierra de protección del centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, se transfieran tensiones de contacto peligrosas a las masas de las instalaciones de utilización.

Las tierras se consideran independientes cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a) No exista canalización metálica conductora que una la zona de tierra del CT con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre la toma de tierra del CT y la de las masas de la instalación debe ser como mínimo de 15 m para una  $\rho < 100 \Omega \cdot m$
- c) El centro de transformación debe estar situado en un recinto aislado de locales de utilización.

#### 2.7.4.10 Corrección y ajuste

En caso de que el valor medido de las tomas de tierra resulte elevado y pueda originar tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro, o cualquier otro medio permitido por el reglamento, con el fin de garantizar la seguridad.

PAMPLONA, Noviembre 2013

Pablo Ayarra Larreta

# ANEXO

# HOJAS DE

# CÁLCULO

## 1-Secciones según el criterio térmico:

Cuadro Produccion C1

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.C1-Ext	400	10,42	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C1-Horno	400	110,29	Terna unipolares	XLPE	25	-
L.C1-Pun	400	117,65	Terna unipolares	XLPE	25	-
L.C1-Laser	400	97,22	Terna unipolares	XLPE	25	-
L.C1-Cinta	400	10,90	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C1-Puerta	400	5,21	Terna unipolares	XLPE	2,5	-
L.C1-TC-Mon	400	9,20	Terna unipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C1-TC-TRI	400	16,00	Terna unipolares	XLPE	1,5	1,5

Cuadro Produccion C2

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.C2.1-CNC 1	400	15,26	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C2.1-CNC 2	400	15,26	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C2.1-TORN 1	400	13,08	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C2.1-TORN 2	400	13,08	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C2.1-SOLD 1	400	26,79	Terna unipolares	XLPE	2,5	-
L.C2.1-SOLD 2	400	26,79	Terna unipolares	XLPE	2,5	-
L.C2TC-Mon	400	9,20	Terna unipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C2-TC-TRI	400	16,00	Terna unipolares	XLPE	2,5	2,5

Cuadro Produccion C3

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.C.3-COM1	400	17,36	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C.3-COM2	400	17,36	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C3-Rosc	400	11,49	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C3-ESM	400	7,18	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C3-SIER	400	10,78	Terna unipolares	XLPE	1,5	-
L.C3-PLEG	400	23,61	Terna unipolares	XLPE	2,5	-
L.C3-TC-Mon	400	9,20	Terna unipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C3-TC-TRI	400	16,00	Terna unipolares	XLPE	1,5	1,5

Cuadro alumbrado Produccion C4

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.C.4-AI1	400	31,38	Terna unipolares	XLPE	4,0	4
L.C.4-AI2	400	23,53	Terna unipolares	XLPE	4,0	4
L.C4-ZP	400	3,91	Terna unipolares	XLPE	2,5	2,5
L.C4-EM	400	0,82	Terna unipolares	XLPE	2,5	2,5

Cuadro almacén C5.0

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.C5.0-CARR 1	400	22,50	Terna unnipolares	XLPE	2,5	2,5
L.C5.0-CARR 2	400	22,50	Terna unnipolares	XLPE	2,5	2,5
L.C5.0-AL1	400	15,69	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C5.0-Zp	400	3,13	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C5.0-AE	400	0,91	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C5.0-TC-Mon	400	9,20	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C5.0-TC-TRI	400	16,00	Terna unnipolares	XLPE	2,5	2,5
L.C5.0-Puerta	400	5,21	Terna unnipolares	XLPE	1,5	-
L.C5.0-5.1	400	89,58	Terna unnipolares	XLPE	25	16

Cuadro Z.carga C5.1

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.C5.1-Grua1	400	49,34	Terna unnipolares	XLPE	6	-
L.C5.1-Grua2	400	49,34	Terna unnipolares	XLPE	6	-
L.C5.1-AL	400	11,77	Terna unnipolares	XLPE	2,5	2,5
L.C5.1-AE	400	0,33	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C5.1-Puerta 1	400	5,21	Terna unnipolares	XLPE	2,5	-
L.C5.1-Puerta 2	400	5,21	Terna unnipolares	XLPE	1,5	-
L.C5.1-TC-Mon	400	9,20	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C5.1-TC-TRI	400	16,00	Terna unnipolares	XLPE	2,5	2,5

Cuadro secundario oficinas C6.0

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.C6.0-CL1	400	8,47	Terna unnipolares	XLPE	1,5	-
L.C6.0-CL2	400	8,47	Terna unnipolares	XLPE	1,5	-
L.C6.0-TC1	400	4,31	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C6.0-TCB	400	2,59	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C6.0-TI1	400	5,75	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C6.0-AL	400	27,95	Terna unnipolares	XLPE	6	6
L.C6.0-AE	400	1,89	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C6.0-C6.1	400	31,84	Terna unnipolares	XLPE	6	6

Cuadro secundario oficinas C6.1

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.C6.1-AL1	400	23,17	Terna unnipolares	XLPE	4	4
L.C6.1-AE	400	1,89	Terna unnipolares	XLPE	2,5	2,5
L.C6.1-TC1	400	4,31	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C6.1-TCB	400	2,59	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5
L.C6.1-TI1	400	5,75	Terna unnipolares	XLPE	1,5	1,5

Cuadro general  
Distribución

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
L.CGD-C1	400	344,60	Terna unnipolares	XLPE	150	75
L.CGD-C2	400	109,50	Terna unnipolares	XLPE	16	16
LCGD-C3	400	89,92	Terna unnipolares	XLPE	16	16
LCGD-C4	400	47,46	Terna unnipolares	XLPE	6	6
LCGD-C5.0	400	109,70	Terna unnipolares	XLPE	25	16
LCGD-C6.0	400	80,10	Terna unnipolares	XLPE	25	16
LCGD-ALEXT	400	14,21	Terna unnipolares	XLPE	4,0	4,0

Línea	Tensión (V)	Ical (A)	Cable	Aislamiento	Sección fase	Sección neutro
LCGD-bc	400	122	Terna unnipolares	XLPE	35	16

## 2-Comprobación caída de tensión:

Cuadro Produccion C1

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.C1-Ext	400	0,900	8,333	7	15	0,287	OK
L.C1-Horno	400	0,850	88,235	7	16	3,061	OK
L.C1-Pun	400	0,850	94,118	7	20	4,082	OK
L.C1-Laser	400	0,900	77,778	7	23	4,107	OK
L.C1-Cinta	400	0,860	8,721	7	26	0,497	OK
L.C1-Puerta	400	0,900	4,167	7	26	0,249	OK
L.C1-TC-Mon	400	1,000	9,200	7	30	0,704	OK
L.C1-TC-TRI	400	1,000	16,000	7	14	0,990	OK

Cuadro Produccion C2

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.C2.1-CNC 1	400	0,86	12,209	7	17	0,455	OK
L.C2.1-CNC 2	400	0,86	12,209	7	20	0,536	OK
L.C2.1-TORN 1	400	0,86	10,465	7	45	1,033	OK
L.C2.1-TORN 2	400	0,86	10,465	7	40	0,918	OK
L.C2.1-SOLD 1	400	0,7	21,429	7	15	0,574	OK
L.C2.1-SOLD 2	400	0,7	21,429	7	18	0,689	OK
L.C2TC-Mon	400	1	9,200	7	30	0,704	OK
L.C2-TC-TRI	400	1	16,000	7	25	1,767	OK

Cuadro Produccion C3

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.C.3-COM1	400	0,9	13,889	7	14	0,446	OK
L.C.3-COM2	400	0,9	13,889	7	16	0,510	OK
L.C3-Rosc	400	0,87	9,195	7	40	0,816	OK
L.C3-ESM	400	0,87	5,747	7	25	0,319	OK
L.C3-SIER	400	0,87	8,621	7	20	0,383	OK
L.C3-PLEG	400	0,9	18,889	7	35	1,518	OK
L.C3-TC-Mon	400	1	9,200	7	30	0,704	OK
L.C3-TC-TRI	400	1	16,000	7	12	0,848	OK

Cuadro alumbrado Produccion C4

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.C.4-AI1	400	0,95	17,432	6	75	3,696	OK
L.C.4-AI2	400	0,95	13,074	6	75	3,696	OK
L.C4-ZP	400	0,95	2,171	6	60	2,218	OK
L.C4-EM	400	0,95	0,458	6	150	1,674	OK

Cuadro almacén C5.0

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.C5.0-CARR 1	400	1	23	7	12	0,689	OK
L.C5.0-CARR 2	400	1	23	7	16	0,918	OK
L.C5.0-AL1	400	0,95	9	6	55	1,355	OK
L.C5.0-Zp	400	0,95	2	6	40	0,196	OK
L.C5.0-AE	400	0,95	1	6	120	0,098	OK
L.C5.0-TC-Mon	400	1	9	7	30	0,704	OK
L.C5.0-TC-TRI	400	1	16	7	16	1,131	OK
L.C5.0-Puerta	400	0,9	4	7	20	0,191	OK
L.C5.0-5.1	400	0,95	90	3	28	24,537	OK

Cuadro almacén C5.1

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.C5.1-Grua1	400	0,95	39,474	5	10	1,339	OK
L.C5.1-Grua2	400	0,95	39,474	5	20	2,679	OK
L.C5.1-AL	400	0,95	6,537	3	50	1,848	OK
L.C5.1-AE	400	0,95	0,183	3	120	0,071	OK
L.C5.1-Puerta 1	400	0,9	4,167	5	10	0,134	OK
L.C5.1-Puerta 2	400	0,9	4,167	5	14	0,188	OK
L.C5.1-TC-Mon	400	1	9,200	5	35	1,150	OK
L.C5.1-TC-TRI	400	1	16,000	5	20	1,979	OK

Cuadro oficinas C6.0

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.C6.0-CL1	400	0,8	6,774	6	15	0,419	OK
L.C6.0-CL2	400	0,8	6,774	6	16	0,446	OK
L.C6.0-TC1	400	1	4,313	6	70	0,898	OK
L.C6.0-TCB	400	1	2,588	6	75	0,578	OK
L.C6.0-TI1	400	1	5,750	6	80	1,369	OK
L.C6.0-AL	400	0,95	15,526	5	100	5,268	OK
L.C6.0-AE	400	0,95	1,053	5	120	0,246	OK
L.C6.0-C6.1	400	0,95	31,840	1	3	2,803	OK

Cuadro oficinas C6.1

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.C6.1-AL1	400	0,95	12,874	3	100	0,578	OK
L.C6.1-AE	400	0,95	1,053	3	120	1,429	OK
L.C6.1-TC1	400	1	4,313	5	75	0,578	OK
L.C6.1-TCB	400	1	2,588	5	80	0,578	OK
L.C6.1-TI1	400	1	5,750	5	85	0,578	OK

Cuadro general  
Distribución

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
L.CGD-C1	400	0,8	344,599	2	5	11,456	OK
L.CGD-C2	400	0,82	109,499	2	20	15,289	OK
LCGD-C3	400	0,95	89,920	2	18	12,715	OK
LCGD-C4	400	0,91	47,465	2	20	4,447	OK
LCGD-C5.0	400	0,91	109,704	2,5	20	20,626	OK
LCGD-C6.0	400	0,91	80,096	2,5	40	24,837	OK
LCGD-ALEXT	400	0,91	14,211	7	150	2,870	OK

Línea	Tensión (V)	cos $\varphi$	In (A)	U	Longitud	Sección mínima	¿Cumple criterio?
LCGD-bc	400	-	122	2	10	23,438	OK

### 3-Resistencia de las líneas:

Cuadro Produccion  
C1

Línea	Rlinea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.C1-Ext	0,179	0,012	19,59	20
L.C1-Horno	0,011	0,012	19,59	20
L.C1-Pun	0,014	0,012	19,59	20
L.C1-Laser	0,016	0,012	19,59	20
L.C1-Cinta	0,310	0,012	19,59	20
L.C1-Puerta	0,186	0,012	19,59	20
L.C1-TC-Mon	0,357	0,012	19,59	20
L.C1-TC-TRI	0,167	0,012	19,59	20

Cuadro Produccion  
C2

Línea	Rlinea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.C2.1-CNC 1	0,202	0,026	8,93	10
L.C2.1-CNC 2	0,238	0,026	8,93	10
L.C2.1-TORN 1	0,536	0,026	8,93	10
L.C2.1-TORN 2	0,476	0,026	8,93	10
L.C2.1-SOLD 1	0,107	0,026	8,93	10
L.C2.1-SOLD 2	0,129	0,026	8,93	10
L.C2TC-Mon	0,357	0,026	8,93	10
L.C2-TC-TRI	0,179	0,026	8,93	10



Cuadro Produccion  
C3

Línea	Rlínea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.C.3-COM1	0,167	0,024	9,67	10
L.C.3-COM2	0,190	0,024	9,67	10
L.C3-Rosc	0,476	0,024	9,67	10
L.C3-ESM	0,298	0,024	9,67	10
L.C3-SIER	0,238	0,024	9,67	10
L.C3-PLEG	0,250	0,024	9,67	10
L.C3-TC-Mon	0,357	0,024	9,67	10
L.C3-TC-TRI	0,143	0,024	9,67	10

Cuadro alumbrado Produccion C4

Línea	Rlínea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.C.4-AI1	0,335	0,061	3,75	6
L.C.4-AI2	0,335	0,061	3,75	6
L.C4-ZP	0,429	0,061	3,75	6
L.C4-EM	1,071	0,061	3,75	6

Cuadro almacén C5.0

Línea	Rlínea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.C5.0-CARR 1	0,086	0,019	12,32	15
L.C5.0-CARR 2	0,114	0,019	12,32	15
L.C5.0-AL1	0,655	0,019	12,32	15
L.C5.0-Zp	0,476	0,019	12,32	15
L.C5.0-AE	1,429	0,019	12,32	15
L.C5.0-TC-Mon	0,357	0,019	12,32	15
L.C5.0-TC-TRI	0,114	0,019	12,32	15
L.C5.0-Puerta	0,238	0,019	12,32	15
L.C5.0-5.1	0,020	0,019	12,32	15

Cuadro almacén C5.1

Línea	Rlínea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.C5.1-Grua1	0,030	0,037	6,22	6
L.C5.1-Grua2	0,060	0,037	6,22	6
L.C5.1-AL	0,357	0,037	6,22	6
L.C5.1-AE	1,429	0,037	6,22	6
L.C5.1-Puerta 1	0,071	0,037	6,22	6
L.C5.1-Puerta 2	0,167	0,037	6,22	6
L.C5.1-TC-Mon	0,417	0,037	6,22	6
L.C5.1-TC-TRI	0,143	0,037	6,22	6

Cuadro oficinas C6.0

Línea	Rlínea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.C6.0-CL1	0,179	0,031	7,31	10
L.C6.0-CL2	0,190	0,031	7,31	10
L.C6.0-TC1	0,833	0,031	7,31	10
L.C6.0-TCB	0,893	0,031	7,31	10
L.C6.0-TI1	0,952	0,031	7,31	10
L.C6.0-AL	0,298	0,031	7,31	10
L.C6.0-AE	1,429	0,031	7,31	10
L.C6.0-C6.1	0,009	0,031	7,31	10

Cuadro oficinas C6.1

Línea	Rlínea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.C6.1-AL1	0,446	0,040	5,749	6
L.C6.1-AE	0,857	0,040	5,749	6
L.C6.1-TC1	0,893	0,040	5,749	6
L.C6.1-TCB	0,952	0,040	5,749	6
L.C6.1-TI1	1,012	0,040	5,749	6

Cuadro general Distribución

Línea	Rlínea	Zcc	Icc (KA)	PDC
L.CGD-C1	0,0006	0,011	20,449	25
L.CGD-C2	0,0223	0,011	20,449	25
LCGD-C3	0,0201	0,011	20,449	25
LCGD-C4	0,0595	0,011	20,449	25
LCGD-C5.0	0,0143	0,011	20,449	25
LCGD-C6.0	0,0286	0,011	20,449	25
LCGD-ALEXT	0,6696	0,011	20,449	25

Línea	Rlínea	Zcc	Icc (KA)	PDC
LCGD-bc	0,0051	0,011	20,449	25

#### 4-Comprobación tiempo desconexión:

Cuadro Produccion C1			I final de linea
Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.C1-Ext	1,042	110,375	OK
L.C1-Horno	0,082	1402,234	OK
L.C1-Pun	0,098	1174,047	OK
L.C1-Laser	0,110	1045,391	OK
L.C1-Cinta	1,796	64,028	OK
L.C1-Puerta	1,083	106,183	OK
L.C1-TC-Mon	2,070	55,546	OK
L.C1-TC-TRI	0,973	118,148	OK

Cuadro Produccion C2			I final de linea
Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.C2.1-CNC 1	1,346	85,448	OK
L.C2.1-CNC 2	1,552	74,120	OK
L.C2.1-TORN 1	3,266	35,214	OK
L.C2.1-TORN 2	2,923	39,345	OK
L.C2.1-SOLD 1	0,797	144,217	OK
L.C2.1-SOLD 2	0,921	124,892	OK
L.C2TC-Mon	2,237	51,403	OK
L.C2-TC-TRI	1,209	95,141	OK

Cuadro Produccion C3			I final de linea
Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.C.3-COM1	1,123	102,401	OK
L.C.3-COM2	1,260	91,259	OK
L.C3-Rosc	2,906	39,577	OK
L.C3-ESM	1,877	61,261	OK
L.C3-SIER	1,534	74,948	OK
L.C3-PLEG	1,603	71,742	OK
L.C3-TC-Mon	2,220	51,800	OK
L.C3-TC-TRI	0,986	116,642	OK

Cuadro alumbrado Produccion C4			I final de linea
Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.C.4-AI1	2,394	48,030	OK
L.C.4-AI2	2,394	48,030	OK
L.C4-ZP	2,934	39,191	OK
L.C4-EM	6,637	17,327	OK

Cuadro almacén C5.0

Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.C5.0-CARR 1	0,612	187,803	OK
L.C5.0-CARR 2	0,777	148,037	OK
L.C5.0-AL1	3,890	29,565	OK
L.C5.0-Zp	2,861	40,193	OK
L.C5.0-AE	8,347	13,778	OK
L.C5.0-TC-Mon	2,175	52,862	OK
L.C5.0-TC-TRI	0,777	148,037	OK
L.C5.0-Puerta	1,490	77,190	OK
L.C5.0-5.1	0,234	490,492	OK

Cuadro almacén C5.1

Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.C5.1-Grua1	0,444	259,096	OK
L.C5.1-Grua2	0,615	186,956	OK
L.C5.1-AL	2,329	49,375	OK
L.C5.1-AE	8,500	13,529	OK
L.C5.1-Puerta 1	0,684	168,216	OK
L.C5.1-Puerta 2	1,232	93,340	OK
L.C5.1-TC-Mon	2,672	43,040	OK
L.C5.1-TC-TRI	1,095	105,029	OK

Cuadro oficinas C6.0

Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.C6.0-CL1	1,257	91,508	OK
L.C6.0-CL2	1,325	86,774	OK
L.C6.0-TC1	5,028	22,872	OK
L.C6.0-TCB	5,371	21,412	OK
L.C6.0-TI1	5,714	20,127	OK
L.C6.0-AL	1,942	59,206	OK
L.C6.0-AE	8,457	13,599	OK
L.C6.0-C6.1	0,280	410,319	OK

Cuadro oficinas C6.1

Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.C6.1-AL1	2,868	40,097	OK
L.C6.1-AE	5,234	21,973	OK
L.C6.1-TC1	5,439	21,142	OK
L.C6.1-TCB	5,782	19,888	OK
L.C6.1-TI1	6,125	18,775	OK

Cuadro general Distribución

Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
L.CGD-C1	0,025	4619,000	OK
L.CGD-C2	0,139	828,381	OK
LCGD-C3	0,126	911,656	OK
LCGD-C4	0,352	326,649	OK
LCGD-C5.0	0,093	1231,265	OK
LCGD-C6.0	0,174	659,144	OK
LCGD-ALEXT	3,866	29,749	OK

Línea	Zt	Icc final	¿Cumple criterio?
LCGD-bc	0,044	2628,376	OK

## 5-Modelos automaticos

Cuadro Produccion C1

MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.C1-Ext	25	16	3P	D	IC60L	230,73
L.C1-Horno	25	125	3P	C	NG125N	351,34
L.C1-Pun	25	125	3P	C	NG125N	351,34
L.C1-Laser	25	100	3P	C	NG125N	330,33
L.C1-Cinta	25	16	3P	D	IC60L	247,32
L.C1-Puerta	25	16	3P	D	IC60L	247,32
L.C1-TC-Mon	25	10	4P	C	IC60L	311,58
L.C1-TC-TRI	25	16	4P	C	IC60L	317,58
CABECERA	36	400	4P	C	NSX400H	4038,52

Cuadro Produccion C2

MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.C2.1-CNC 1	10	20	3P	D	IC60N	192,54
L.C2.1-CNC 2	10	20	3P	D	IC60N	192,54
L.C2.1-TORN 1	10	16	3P	D	IC60N	187,1
L.C2.1-TORN 2	10	16	3P	D	IC60N	187,1
L.C2.1-SOLD 1	10	32	3P	C	IC60N	96,71
L.C2.1-SOLD 2	10	32	3P	C	IC60N	96,71
L.C2TC-Mon	10	10	4P	C	IC60N	120,71
L.C2-TC-TRI	10	16	4P	C	IC60N	122,11
CABECERA	10	125	4P	C	C120N	445,46

Cuadro Produccion C3

MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.C.3-COM1	10	20	3P	D	IC60N	192,54
L.C.3-COM2	10	20	3P	D	IC60N	192,54
L.C3-Rosc	10	16	3P	D	IC60N	187,1
L.C3-ESM	10	10	3P	D	IC60N	183,61
L.C3-SIER	10	16	3P	D	IC60N	187,1
L.C3-PLÉG	10	25	3P	C	IC60N	208,03
L.C3-TC-Mon	10	10	4P	C	IC60N	120,71
L.C3-TC-TRI	10	16	4P	C	IC60N	122,11
CABECERA	10	100	4P	C	C120N	402,16

Cuadro alumbrado Produccion C4

MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.C.4-AI1	6	32	4P	C	C60N-ICP-M	163,55
L.C.4-AI2	6	25	4P	C	C60N-ICP-M	155,87
L.C4-ZP	6	6	4P	C	C60N-ICP-M	91,32
L.C4-EM	6	6	4P	C	C60N-ICP-M	91,32
CABECERA	6	63	4P	C	C60N-ICP-M	398,85

Cuadro almacén C5.0

MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.C5.0-CARR 1	15	25	4P	C	IC60H	147,01
L.C5.0-CARR 2	15	25	4P	C	IC60H	147,01
L.C5.0-AL1	15	20	4P	C	IC60H	140,26
L.C5.0-Zp	15	6	4P	C	IC60H	127,26
L.C5.0-AE	15	6	4P	C	IC60H	127,26
L.C5.0-TC-Mon	15	10	4P	C	IC60H	129,37
L.C5.0-TC-TRI	15	16	4P	C	IC60H	174,37
L.C5.0-Puerta	15	10	3P	D	IC60H	120,48
L.C5.0-5.1	15	100	4P	C	IC120H	442,41
CABECERA	15	125	4P	C	C120H	457,4

Cuadro almacén C5.1

MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.C5.1-Grua1	10	63	3P	D	IC60N	363,56
L.C5.1-Grua2	10	63	3P	D	IC60N	363,56
L.C5.1-AL	10	16	4P	C	IC60N	125,56
L.C5.1-AE	10	6	4P	C	IC60N	85,53
L.C5.1-Puerta 1	10	10	3P	D	IC60N	183,61
L.C5.1-Puerta 2	10	10	3P	D	IC60N	183,61
L.C5.1-TC-Mon	10	10	4P	C	IC60N	120,71
L.C5.1-TC-TRI	10	16	4P	C	IC60N	122,11
CABECERA	10	100	4P	C	C120N	493,36

Cuadro oficinas C6.0

## MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.C6.0-CL1	10	10	3P	D	IC60N	183,61
L.C6.0-CL2	10	10	3P	D	IC60N	183,61
L.C6.0-TC1	10	6	4P	C	IC60N	91,32
L.C6.0-TCB	10	6	4P	C	IC60N	91,32
L.C6.0-TI1	10	6	4P	C	IC60N	91,32
L.C6.0-AL	10	32	4P	C	IC60N	137,59
L.C6.0-AE	10	6	4P	C	IC60N	91,32
L.C6.0-C6.1	10	40	4P	C	IC60N	161,13
CABECERA	10	100	4P	C	C120N	402,16

Cuadro oficinas C6.1

## MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.C6.1-AL1	6	25	4P	C	C60N-ICP-M	173,48
L.C6.1-AE	6	6	4P	C	C60N-ICP-M	91,32
L.C6.1-TC1	6	6	4P	C	C60N-ICP-M	91,32
L.C6.1-TCB	6	6	4P	C	C60N-ICP-M	91,32
L.C6.1-TI1	6	6	4P	C	C60N-ICP-M	163,38
CABECERA	6	40	4P	C	C60N-ICP-M	378,85

Cuadro general Distribución

## MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
L.CGD-C1	36	400	4P	D	NSX400N	4038,52
L.CGD-C2	25	125	4P	C	NG125N	451,34
LCGD-C3	25	100	4P	C	NG125N	437,54
LCGD-C4	25	63	4P	C	NG125N	417,63
LCGD-C5.0	25	125	4P	C	NG125N	451,34
LCGD-C6.0	25	100	4P	C	NG125N	437,54
CABECERA	50	800	4P	C	NS800N	4958,6

## MAGNETOTÉRMICO

Línea	pdc	calibre (A)	nº polos	curva	Modelo	Precio
LCGD-bc	25	125	3P	C	NG125N	351,34

## 5-Modelos diferenciales

DIFERNCIAL C1

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.C1-Pun L.C1-Puerta	300	125	3P	426,67	Vigi NG125 Instantáneo
L.C1-Laser L.C1-Ext	300	125	3P	426,67	Vigi NG125 Instantáneo
L.C1-Horno L.C1-Cinta	300	125	3P	426,67	Vigi NG125 Instantáneo
L.C1-TC-Mon L.C1-TC-TRI	300	32	4P	253,66	iID AC instantáneo

DIFERNCIAL C2

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.C2.1-TORN 1 L.C2.1-SOLD 2 L.C2.1-TORN 2 L.C2.1-CNC 1 L.C2.1-CNC 2 L.C2.1-SOLD 1	300	125	3P	426,67	Vigi NG125 Instantáneo
L.C2TC-Mon L.C2-TC-TRI	300	40	4P	243,33	iID AC instantáneo

DIFERNCIAL C3

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.C.3-COM1 L.C.3-COM2 L.C3-Rosc	300	63	3P	251,41	iID AC Selectivo
L.C3-ESM L.C3-SIER L.C3-PLEG	300	63	3P	252,41	iID AC Selectivo
L.C3-TC-Mon L.C3-TC-TRI	300	40	4P	243,33	iID AC instantáneo

DIFERNCIAL C4

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.C.4-AI1 L.C.4-AI2 L.C4-ZP L.C4-EM	30	63	4P	280,84	iID AC instantáneo



## DIFERNCIAL C5.0

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.C5.0-AL1 L.C5.0-Zp L.C5.0-AE	30	25	4P	263,05	iID AC instantáneo
L.C5.0-TC-Mon L.C5.0-TC-TRI L.C5.0-Puerta L.C5.0-CARR 1 L.C5.0-CARR 2	300	125	4P	486,67	Vigi NG125 Instantáneo
L.C5.0-5.1	300	125	4P	486,67	Vigi NG125 Instantáneo

## DIFERNCIAL C5.1

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.C5.1-Grua1 L.C5.1-Puerta 1	300	63	3P	251,41	iID AC selectivo
L.C5.1-Grua2 L.C5.1-Puerta 2	300	63	3P	251,41	iID AC selectivo
L.C5.1-AL L.C5.1-AE	30	25	4P	263,05	iID AC instantáneo
L.C5.1-TC-Mon L.C5.1-TC-TRI	300	40	4P	243,33	iID AC instantáneo

## DIFERNCIAL C6.0

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.C6.0-TC1 L.C6.0-TCB L.C6.0-TI1 L.C6.0-C6.1	300	63	4P	320,84	iID AC instantáneo
L.C6.0-AL L.C6.0-AE	30	40	4P	213,26	iID AC instantáneo
L.C6.0-CL1 L.C6.0-CL2	300	25	3P	213,39	iID AC instantáneo

## DIFERNCIAL C6.1

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.C6.1-TC1 L.C6.1-TCB L.C6.1-TI1	300	40	4P	243,33	iID AC instantáneo
L.C6.1-AL1 L.C6.1-AE	30	40	4P	213,26	iID AC instantáneo

## DIFERNCIAL CGD

	sensibilidad (ma)	calibre (A)	nºpolos	precio	Modelo
L.CGD-C1 L.CGD-C2	1000	1000	4P	658,5	relé diferencial MERLIN GERIN VIGIREX RH10E Toroide 300mA 1000A IV
LCGD-C3	500	125	4P	777,38	Vigi NG125 regulable
LCGD-AL EXT LCGD-C4	30	80	4P	285,78	iID AC selectivo
LCGD-C5.0 LCGD-C6.0	1000	1000	4P	658,5	relé diferencial MERLIN GERIN VIGIREX RH10E Toroide 300mA 1000A IV
LCGD-bc	300	125	3P	426,67	Vigi NG125 instantaneo

# ANEXO DIALUX

## **Iluminación**

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 02.10.2013  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

## Iluminación

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	5
<b>Philips TCW216 1xTL-D58W HFP</b>	
Hoja de datos de luminarias	6
<b>Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465</b>	
Hoja de datos de luminarias	7
<b>Philips ST520B 1xSLED3200/930 36</b>	
Hoja de datos de luminarias	8
<b>Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1</b>	
Hoja de datos de luminarias	9
<b>Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1</b>	
Hoja de datos de luminarias	10
<b>vestuari masculino</b>	
Resumen	11
Resultados luminotécnicos	12
<b>vestuario femenino</b>	
Resumen	13
Resultados luminotécnicos	14
<b>aseo chicos 2</b>	
Resumen	15
Resultados luminotécnicos	16
<b>aseo chicas 2</b>	
Resumen	17
Resultados luminotécnicos	18
<b>recursos humanos</b>	
Resumen	19
Resultados luminotécnicos	20
<b>botiquin</b>	
Resumen	21
Resultados luminotécnicos	22
<b>mantenimiento</b>	
Resumen	23
Resultados luminotécnicos	24
<b>director tecnico</b>	
Resumen	25
Resultados luminotécnicos	26
<b>sala de climatizacion</b>	
Resumen	27
Resultados luminotécnicos	28
<b>limpieza</b>	
Resumen	29
Resultados luminotécnicos	30
<b>sala de visitas</b>	
Resumen	31
Resultados luminotécnicos	32
<b>sala de espera planta baja</b>	
Resumen	33
Resultados luminotécnicos	34
<b>escaleras</b>	
Resumen	35
Resultados luminotécnicos	36
<b>hall planta baja</b>	



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

Resumen	37
Resultados luminotécnicos	38
<b>comedor</b>	
Resumen	39
Resultados luminotécnicos	40
<b>aseo chicos 1</b>	
Resumen	41
Resultados luminotécnicos	42
<b>aseo chicas 1</b>	
Resumen	43
Resultados luminotécnicos	44
<b>pasillo 1 planta baja</b>	
Resumen	45
Resultados luminotécnicos	46
<b>pasillo 2 planta baja</b>	
Resumen	47
Resultados luminotécnicos	48
<b>pasillo 3 planta baja</b>	
Resumen	49
Resultados luminotécnicos	50
<b>pasillo 4 planta baja</b>	
Resumen	51
Resultados luminotécnicos	52
<b>pasillo 5 planta baja</b>	
Resumen	53
Resultados luminotécnicos	54
<b>Almacenaje</b>	
Resumen	55
Resultados luminotécnicos	56
<b>Carga y descarga</b>	
Resumen	57
Resultados luminotécnicos	58
<b>zona de produccion</b>	
Resumen	59
Resultados luminotécnicos	60
<b>aseo chicos 4</b>	
Resumen	61
Resultados luminotécnicos	62
<b>aseo chicas 4</b>	
Resumen	63
Resultados luminotécnicos	64
<b>archivos</b>	
Resumen	65
Resultados luminotécnicos	66
<b>director de personal</b>	
Resumen	67
Resultados luminotécnicos	68
<b>director comercial</b>	
Resumen	69
Resultados luminotécnicos	70
<b>sala de juntas</b>	
Resumen	71
Resultados luminotécnicos	72
<b>administracion</b>	



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

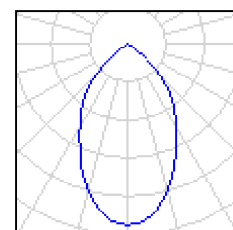
Resumen	73
Resultados luminotécnicos	74
<b>administracion comercial</b>	
Resumen	75
Resultados luminotécnicos	76
<b>sala de informatica</b>	
Resumen	77
Resultados luminotécnicos	78
<b>director gerente</b>	
Resumen	79
Resultados luminotécnicos	80
<b>sala de reuniones</b>	
Resumen	81
Resultados luminotécnicos	82
<b>aseo chicos 3</b>	
Resumen	83
Resultados luminotécnicos	84
<b>aseo chicas 3</b>	
Resumen	85
Resultados luminotécnicos	86
<b>hall 2ª planta</b>	
Resumen	87
Resultados luminotécnicos	88
<b>pasillo 1 2ª planta</b>	
Resumen	89
Resultados luminotécnicos	90
<b>pasillo 2 2ª planta</b>	
Resumen	91
Resultados luminotécnicos	92
<b>pasillo 3 2ª planta</b>	
Resumen	93
Resultados luminotécnicos	94
<b>sala de espera 2ªplanta</b>	
Resumen	95
Resultados luminotécnicos	96



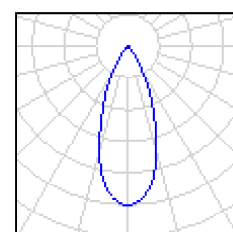
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Iluminación / Lista de luminarias

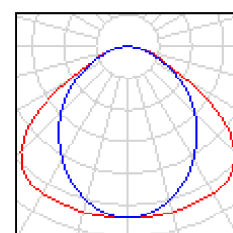
63 Pieza Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 27368 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 31100 lm  
Potencia de las luminarias: 276.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 81 99 100 100 88  
Lámpara: 1 x SON-PP250W (Factor de corrección 1.000).



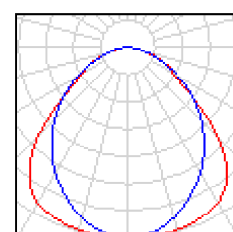
18 Pieza Philips ST520B 1xSLED3200/930 36  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2569 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 2569 lm  
Potencia de las luminarias: 61.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 97 99 100 100 100  
Lámpara: 1 x SLED3200/930/- (Factor de corrección 1.000).



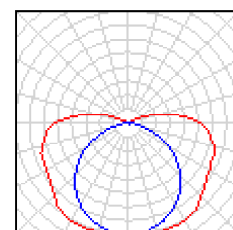
20 Pieza Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm  
Potencia de las luminarias: 52.5 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 51 85 97 100 73  
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



107 Pieza Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3672 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm  
Potencia de las luminarias: 69.5 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 98 100 68  
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



47 Pieza Philips TCW216 1xTL-D58W HFP  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3930 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 5240 lm  
Potencia de las luminarias: 55.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 89  
Código CIE Flux: 35 63 84 90 75  
Lámpara: 1 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).

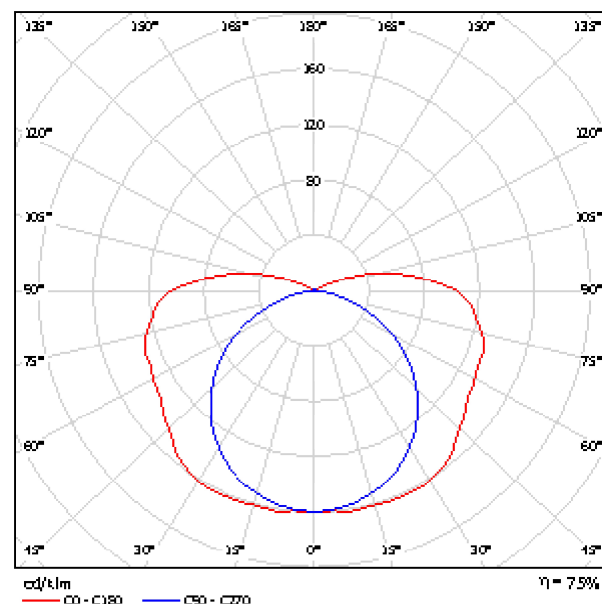




Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Philips TCW216 1xTL-D58W HFP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 89  
Código CIE Flux: 35 63 84 90 75

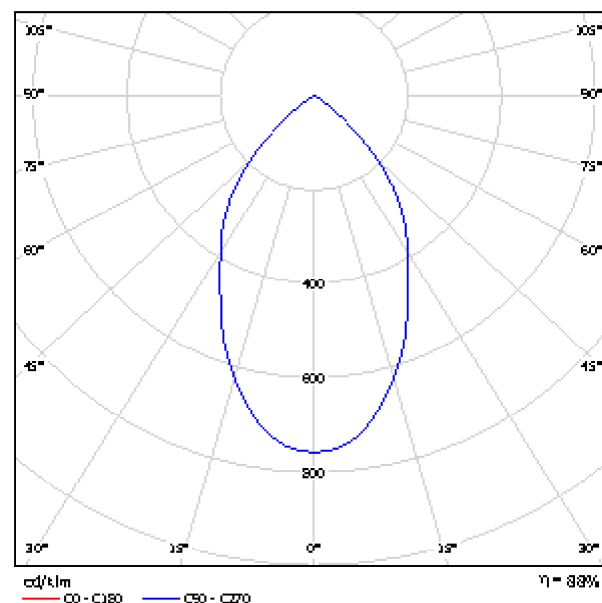
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ techo		70	70	50	50	50	70	70	50	50	50	
ρ Paredes		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Forma del local X Y		Medida en perpendicular al eje de lámpara					Medida longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	17.9	19.5	18.4	19.7	20.2	15.9	17.5	16.4	17.7	18.2	
	5H	20.8	21.9	21.1	22.4	22.9	17.2	18.4	17.6	18.9	19.4	
	8H	22.1	23.5	22.6	23.8	24.5	17.8	18.8	18.1	19.2	19.8	
	10H	23.5	24.6	24.0	25.1	25.8	17.8	19.0	18.4	19.4	20.0	
	15H	24.2	25.2	24.7	25.8	26.5	17.9	19.0	18.4	19.5	20.0	
	1.2H	24.8	25.9	25.4	26.4	27.0	17.9	19.0	18.5	19.5	20.0	
4H	2H	18.5	19.7	19.0	20.2	20.7	17.0	18.2	17.5	18.7	19.2	
	5H	21.5	22.6	22.1	23.1	23.8	18.6	19.6	19.1	20.1	20.7	
	8H	23.2	24.1	23.7	24.8	25.2	19.2	20.1	19.8	20.7	21.5	
	10H	24.8	25.6	25.4	26.2	26.8	19.6	20.5	20.2	21.0	21.7	
	15H	25.8	26.4	26.2	26.9	27.6	19.7	20.5	20.5	21.1	21.7	
	1.2H	26.4	27.1	27.0	27.7	28.4	19.8	20.5	20.4	21.1	21.8	
8H	4H	23.5	24.5	24.1	24.9	25.5	20.4	21.2	21.0	21.7	22.4	
	5H	25.4	26.1	26.0	26.7	27.4	21.2	21.9	21.8	22.5	23.2	
	8H	26.4	27.0	27.0	27.6	28.5	21.5	22.1	22.2	22.7	23.4	
	10H	27.4	28.0	28.1	28.6	29.5	21.7	22.2	22.4	22.9	23.6	
	1.2H	4H	25.5	26.5	26.2	26.9	27.5	20.7	21.5	21.5	22.0	22.7
		5H	25.5	26.1	26.2	26.8	27.5	21.3	22.0	22.0	22.4	23.1
8H		26.8	27.1	27.5	27.8	28.5	22.5	22.9	22.9	23.4	24.2	
Unidad de evaluación: posición del impacto en parámetros de iluminación												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 2.0H		+0.5 / -0.4					+0.5 / -0.5					
Tabla estándar		B112					B112					
Sumando de conexión		10.5					4.5					
Proceso de deslumbramiento corrigido se realiza a 5240lm/lm por lámpara												

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 81 99 100 100 88

Emisión de luz 1:

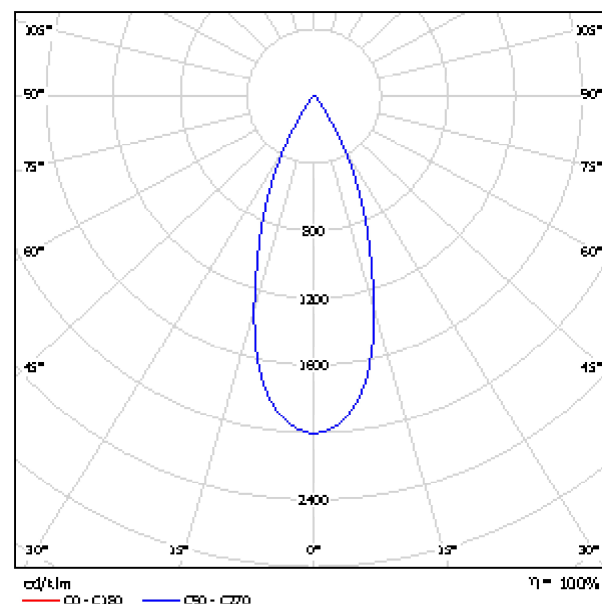
Valoración de deslumbramiento según UGR												
p. techo		70	70	5,0	5,0	5,0	70	70	5,0	5,0	5,0	5,0
p. Paredes		50	50	5,0	5,0	5,0	50	50	5,0	5,0	5,0	5,0
p. Suelo		20	20	2,0	2,0	2,0	20	20	2,0	2,0	2,0	2,0
Forma de la luz		Mirada en perpendicular al eje de lámpara					Mirada longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y											
2H	2H	22,0	22,9	22,5	25,1	25,5	22,0	22,9	22,5	25,1	25,5	
	5H	21,9	22,7	22,2	22,9	25,1	21,9	22,7	22,2	22,9	25,1	
	4H	21,8	22,5	22,1	22,8	25,1	21,8	22,5	22,1	22,8	25,1	
	6H	21,7	22,4	22,1	22,7	25,0	21,7	22,4	22,1	22,7	25,0	
	3H	21,7	22,5	22,1	22,8	22,9	21,7	22,5	22,1	22,8	22,9	
4H	1.2H	21,7	22,5	22,0	22,8	22,9	21,7	22,5	22,0	22,8	22,9	
	2H	21,9	22,8	22,2	22,8	25,1	21,9	22,8	22,2	22,8	25,1	
	5H	21,7	22,5	22,1	22,8	25,0	21,7	22,5	22,1	22,8	25,0	
	4H	21,7	22,2	22,0	22,5	22,9	21,7	22,2	22,0	22,5	22,9	
	6H	21,8	22,0	22,0	22,4	22,8	21,8	22,0	22,0	22,4	22,8	
2H	2H	21,8	22,0	22,0	22,5	22,7	21,8	22,0	22,0	22,5	22,7	
	1.2H	21,5	21,9	22,0	22,5	22,7	21,5	21,9	22,0	22,5	22,7	
	4H	21,8	22,0	22,0	22,5	22,7	21,8	22,0	22,0	22,5	22,7	
	6H	21,5	21,8	21,9	22,2	22,7	21,5	21,8	21,9	22,2	22,7	
	3H	21,4	21,7	21,9	22,1	22,8	21,4	21,7	21,9	22,1	22,8	
4H	1.2H	21,4	21,8	21,9	22,1	22,8	21,4	21,8	21,9	22,1	22,8	
	2H	21,5	21,9	22,0	22,5	22,7	21,5	21,9	22,0	22,5	22,7	
	5H	21,4	21,7	21,9	22,1	22,8	21,4	21,7	21,9	22,1	22,8	
	4H	21,4	21,8	21,9	22,1	22,8	21,4	21,8	21,9	22,1	22,8	
	3H	21,4	21,8	21,9	22,1	22,8	21,4	21,8	21,9	22,1	22,8	
Unidad de evaluación de deslumbramiento según UGR												
S = 1.0H		+1,0 / -5,1					+1,0 / -5,1					
S = 1.5H		+5,7 / -11,8					+5,7 / -11,8					
S = 2.0H		+5,7 / -15,1					+5,7 / -15,1					
Radio estándar		8000					8000					
Sumando de corrección		5,0					5,0					
El valor de deslumbramiento corregido es de 21,100 (máximo permitido)												



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Philips ST520B 1xSLED3200/930 36 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 97 99 100 100 100

Emisión de luz 1:

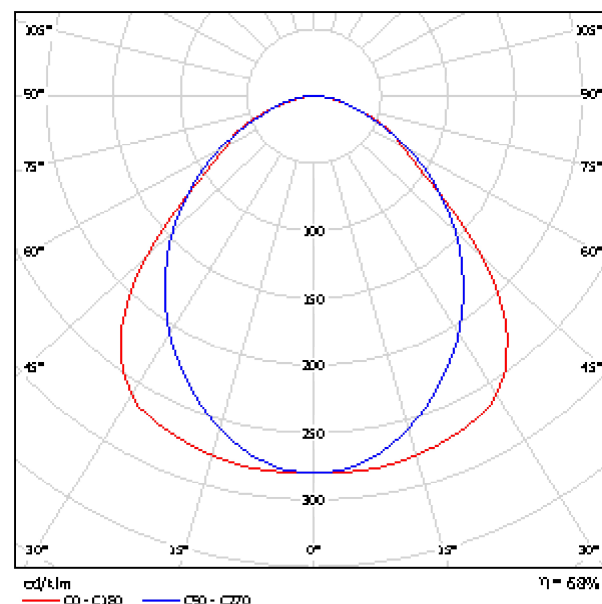
Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ techo		70	70	50	50	50	70	70	50	50	
ρ Paredes		50	50	50	50	50	50	50	50	50	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Forma del local X Y		Medida en perpendicular al eje de lámpara					Medida longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18,7	17,8	16,9	17,8	17,8	18,7	17,8	16,9	17,8	
	5H	18,7	17,5	16,9	17,5	17,5	18,7	17,5	16,9	17,5	
	9H	18,8	17,2	16,9	17,2	17,2	18,8	17,2	16,9	17,2	
	12H	18,8	17,1	16,9	17,1	17,1	18,8	17,1	16,9	17,1	
	15H	18,8	17,1	16,9	17,1	17,1	18,8	17,1	16,9	17,1	
4H	4H	18,8	17,0	16,9	17,0	17,0	18,8	17,0	16,9	17,0	
	9H	18,8	17,0	16,9	17,0	17,0	18,8	17,0	16,9	17,0	
	12H	18,8	17,0	16,9	17,0	17,0	18,8	17,0	16,9	17,0	
	15H	18,8	17,0	16,9	17,0	17,0	18,8	17,0	16,9	17,0	
	18H	18,8	17,0	16,9	17,0	17,0	18,8	17,0	16,9	17,0	
8H	8H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
	12H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
	15H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
	18H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
	21H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
12H	12H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
	15H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
	18H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
	21H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
	24H	18,8	16,9	16,9	16,9	16,9	18,8	16,9	16,9	16,9	
Unidad de evaluación: puntos de evaluación por superficie de superficie											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 98 100 68

Emisión de luz 1:

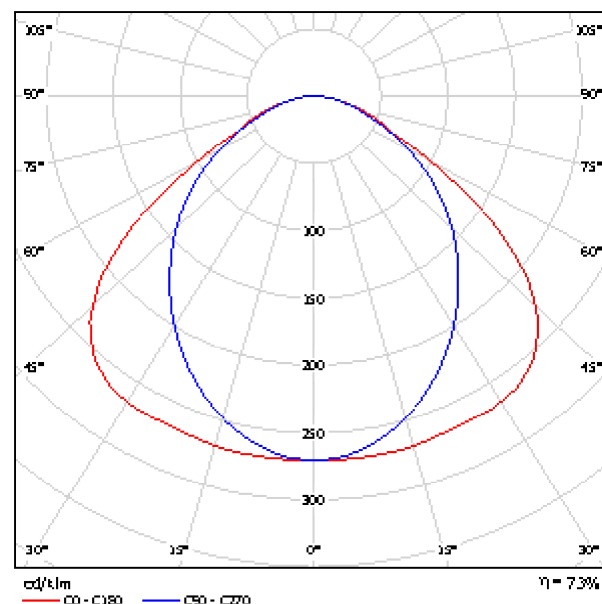
Valoración de deslumbramiento según UGR										
p. techo	70	70	50	50	50	70	70	50	50	50
p. Paredes	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
p. Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Forma del local X Y	Medida en perpendicular al eje de lámpara					Medida longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.0	17.2	18.5	17.9	17.8	16.2	17.9	18.5	17.9
	5H	17.0	18.1	17.9	18.9	18.7	17.2	18.2	17.5	18.3
	9H	17.4	18.9	17.7	18.7	19.0	17.5	18.5	17.8	18.8
	12H	17.8	18.5	17.9	18.8	19.1	17.7	18.7	18.1	19.0
	15H	17.8	18.5	18.0	18.8	19.1	17.8	18.7	18.2	19.0
4H	1.2H	17.8	18.5	18.0	18.8	19.1	17.9	18.7	18.2	19.0
	2H	16.4	17.5	18.8	17.7	18.0	16.8	17.8	18.9	17.9
	5H	17.7	18.5	18.0	18.9	19.2	17.7	18.6	18.1	18.9
	9H	18.1	18.9	18.5	19.2	19.8	18.2	18.9	18.8	19.5
	12H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.5	19.2	18.9	19.8
8H	15H	18.4	19.1	18.9	19.4	19.9	18.7	19.5	19.1	19.8
	1.2H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.9	18.7	19.5	19.2	19.7
	4H	18.5	18.9	18.7	19.5	19.7	18.5	18.9	18.8	19.5
	5H	18.8	19.1	19.1	19.5	20.0	18.8	19.5	19.2	19.7
	9H	18.7	19.2	19.2	19.8	20.1	19.0	19.8	19.4	19.8
1.2H	1.2H	18.8	19.2	19.5	19.8	20.1	19.1	19.8	19.8	19.8
	4H	18.5	18.8	18.7	19.2	19.8	18.5	18.9	18.8	19.5
	5H	18.8	19.1	19.1	19.5	20.0	18.8	19.2	19.5	19.7
12H	18.8	19.1	19.5	19.8	20.1	19.0	19.4	19.5	19.8	20.5
Unidad de evaluación: posición del impacto en parámetros de luminancia										
S = 1.0H	+0.5 / -0.8					+0.2 / -0.5				
S = 1.5H	+0.7 / -0.9					+0.3 / -0.7				
S = 2.0H	+1.2 / -1.1					+0.8 / -1.5				
Tabla estándar	B101					B101				
Sumando de construcción	-0.1					0.1				
Procedimiento de cálculo de deslumbramiento: se calcula a 5+0.0m (5+0.0m) (5+0.0m) (5+0.0m)										



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 51 85 97 100 73

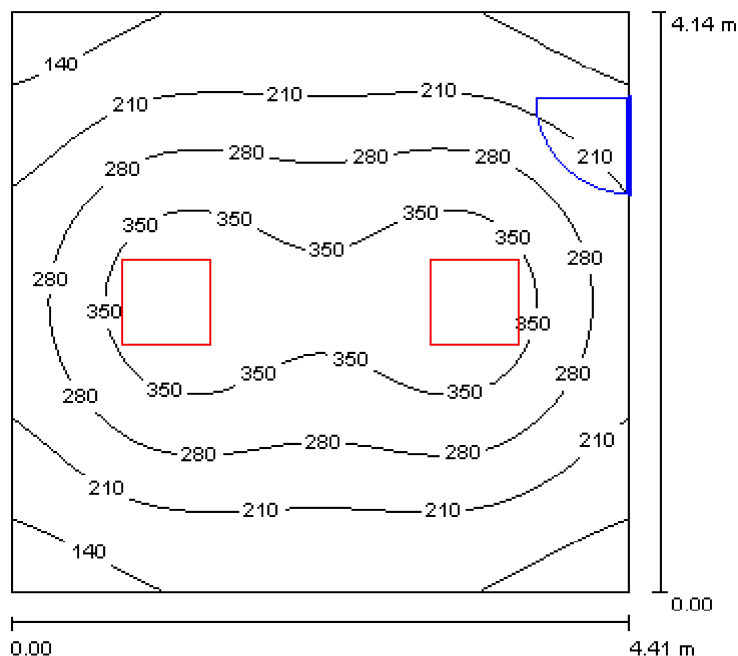
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
ρ Techo	70	70	50	50	50	70	70	50	50	50
ρ Paredes	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Forma del local X Y	Medida en perpendicular al eje de lámpara					Medida longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.7	18.0	17.0	18.2	18.4	15.2	16.5	15.5	16.7
	5H	17.5	18.5	17.7	18.7	19.0	16.2	17.5	16.5	17.8
	8H	17.8	18.7	18.0	19.0	19.5	16.5	17.8	16.9	17.9
	12H	17.8	18.8	18.2	19.1	19.4	16.8	17.8	17.1	18.1
	1.2H	17.9	18.8	18.2	19.1	19.4	16.9	17.8	17.2	18.1
4H	2H	17.1	18.1	17.4	18.4	18.7	15.9	17.0	16.5	17.5
	5H	17.9	18.8	18.2	19.1	19.4	17.0	17.9	17.4	18.2
	8H	18.5	19.1	18.7	19.4	19.8	17.4	18.2	17.8	18.8
	12H	18.5	19.2	19.0	19.6	20.0	17.8	18.5	18.2	19.2
	1.2H	18.6	19.5	19.1	19.6	20.1	17.9	18.5	18.5	19.5
8H	2H	18.7	19.2	19.1	19.6	20.1	18.0	18.6	18.4	19.0
	5H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	17.8	18.2	18.0	18.8
	8H	18.8	19.5	19.2	19.7	20.1	18.1	18.6	18.5	19.0
	12H	18.9	19.5	19.4	19.8	20.5	18.2	18.7	18.7	19.1
	1.2H	19.0	19.5	19.4	19.8	20.5	18.4	18.8	18.9	19.7
1.2H	4H	18.4	18.9	18.8	19.4	19.8	17.8	18.2	18.1	18.8
	8H	18.8	19.2	19.2	19.7	20.1	18.1	18.5	18.6	19.0
	12H	18.9	19.5	19.4	19.8	20.5	18.5	18.7	18.8	19.2
Unidad de evaluación: posición del espectador para su posición de la lámpara										
S = 1.0H	+0.2 / -0.1					+0.2 / -0.2				
S = 1.5H	+0.7 / -0.9					+0.5 / -0.8				
S = 2.0H	+1.5 / -1.8					+0.9 / -1.4				
Tabla estándar	B105					B101				
Sumando de composición	-0.1					-0.5				
Procedimiento de cálculo de deslumbramiento según UGR: se calcula el valor de UGR de la lámpara en el punto de observación										



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## vestuari masculino / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	255	104	405	0.409
Suelo	20	202	126	261	0.622
Techo	70	46	34	61	0.742
Paredes (4)	50	109	40	268	/

<b>Plano útil:</b>		<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	17	17	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	17	17	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			7344	10800	139.0

Valor de eficiencia energética:  $7.61 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $18.27 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## vestuari masculino / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7344 lm  
Potencia total: 139.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	209	46	255	/	/
Suelo	152	50	202	20	13
Techo	0.00	46	46	70	10
Pared 1	76	44	120	50	19
Pared 2	54	45	100	50	16
Pared 3	76	44	120	50	19
Pared 4	54	45	100	50	16

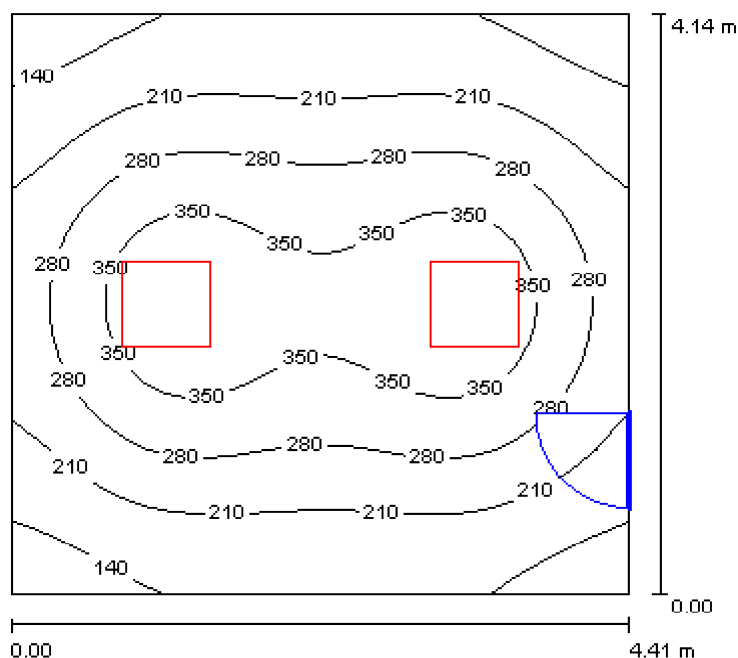
Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.409 (1:2)	Pared izq	17	17	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.258 (1:4)	Pared inferior	17	17	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $7.61 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $18.27 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## vestuario femenino / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	255	104	405	0.409
Suelo	20	202	125	261	0.620
Techo	70	47	34	61	0.722
Paredes (5)	50	109	40	268	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			7344	10800	139.0

Valor de eficiencia energética:  $7.61 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $18.27 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## vestuario femenino / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7344 lm  
Potencia total: 139.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	209	46	255	/	/
Suelo	152	50	202	20	13
Techo	0.00	47	47	70	10
Pared 1	54	45	100	50	16
Pared 2	76	44	120	50	19
Pared 3	56	46	102	50	16
Pared 4	45	43	88	50	14
Pared 5	76	44	120	50	19

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.409 (1:2)

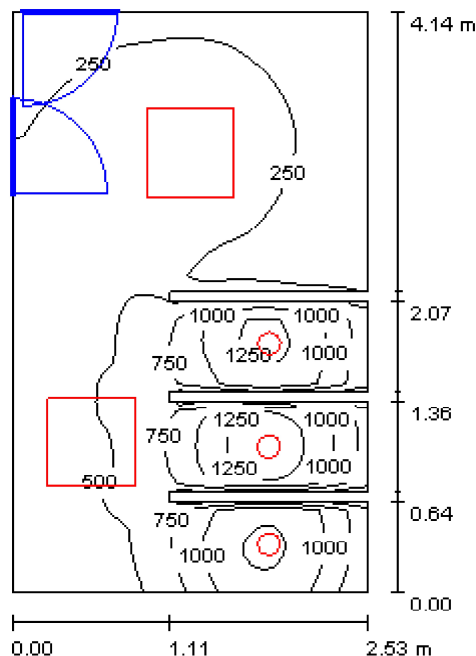
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.257 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $7.61 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $18.27 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicos 2 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	516	166	1393	0.321
Suelo	20	358	135	727	0.376
Techo	70	106	61	215	0.574
Paredes (16)	50	249	78	1304	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36 (1.000)	2569	2569	61.0
2	2	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			13620	15807	288.0

Valor de eficiencia energética:  $28.33 \text{ W/m}^2 = 5.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.17 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicos 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13620 lm  
Potencia total: 288.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	402	114	516	/	/
Suelo	264	95	358	20	23
Techo	0.00	106	106	70	24
Pared 1	102	133	236	50	38
Pared 2	166	145	312	50	50
Pared 3	161	116	277	50	44
Pared 4	194	156	350	50	56
Pared 5	149	141	290	50	46
Pared 6	191	157	349	50	55
Pared 7	185	115	300	50	48
Pared 8	156	146	301	50	48
Pared 9	106	135	241	50	38
Pared 10	200	142	342	50	54
Pared 11	44	98	142	50	23
Pared 12	77	68	145	50	23
Pared 13	78	69	147	50	23
Pared 14	86	72	158	50	25
Pared 15	128	97	225	50	36
Pared 16	150	132	282	50	45

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.321 (1:3)

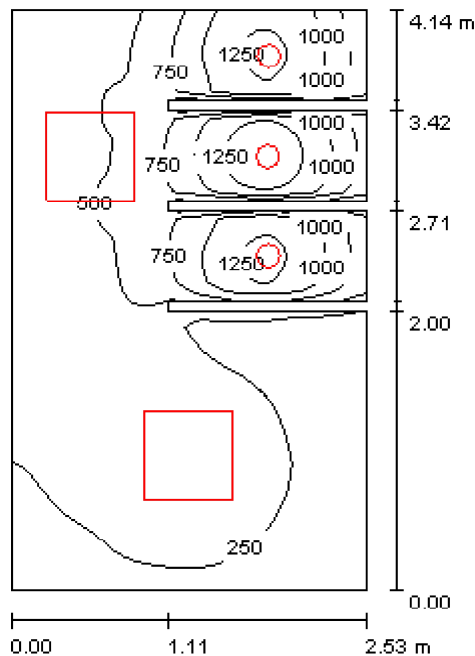
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.119 (1:8)

Valor de eficiencia energética:  $28.33 \text{ W/m}^2 = 5.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.17 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicas 2 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	514	163	1390	0.317
Suelo	20	356	134	729	0.377
Techo	70	106	62	203	0.586
Paredes (18)	50	247	75	1269	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36 (1.000)	2569	2569	61.0
2	2	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			13620	15807	288.0

Valor de eficiencia energética:  $28.35 \text{ W/m}^2 = 5.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.16 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicas 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13620 lm  
Potencia total: 288.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	401	113	514	/	/
Suelo	263	93	356	20	23
Techo	0.00	106	106	70	24
Pared 1	87	70	157	50	25
Pared 2	77	66	143	50	23
Pared 3	74	66	139	50	22
Pared 4	41	95	136	50	22
Pared 5	193	144	337	50	54
Pared 6	105	134	239	50	38
Pared 7	162	142	304	50	48
Pared 8	174	113	287	50	46
Pared 9	133	136	269	50	43
Pared 10	198	159	357	50	57
Pared 11	149	142	291	50	46
Pared 12	191	155	346	50	55
Pared 13	171	116	287	50	46
Pared 14	42	132	174	50	28
Pared 15	170	148	318	50	51
Pared 16	105	133	239	50	38
Pared 17	154	131	286	50	45
Pared 18	127	93	220	50	35

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.317 (1:3)

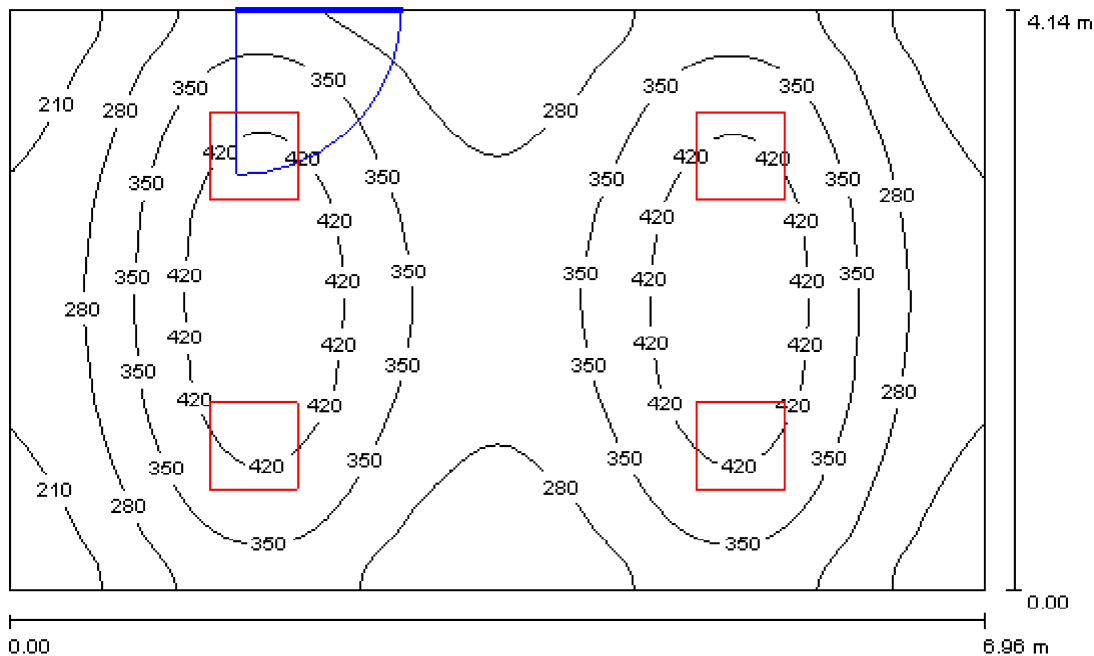
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.117 (1:9)

Valor de eficiencia energética:  $28.35 \text{ W/m}^2 = 5.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.16 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## recursos humanos / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	325	164	476	0.504
Suelo	20	271	167	344	0.616
Techo	70	69	48	85	0.705
Paredes (4)	50	157	65	341	/
<b>Plano útil:</b>					
Altura:	0.850 m	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared izq	16	17	
Zona marginal:	0.000 m	Pared inferior	17	17	
(CIE, SHR = 0.25.)					

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			14688	21600	278.0

Valor de eficiencia energética:  $9.66 \text{ W/m}^2 = 2.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.78 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## recursos humanos / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14688 lm  
Potencia total: 278.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

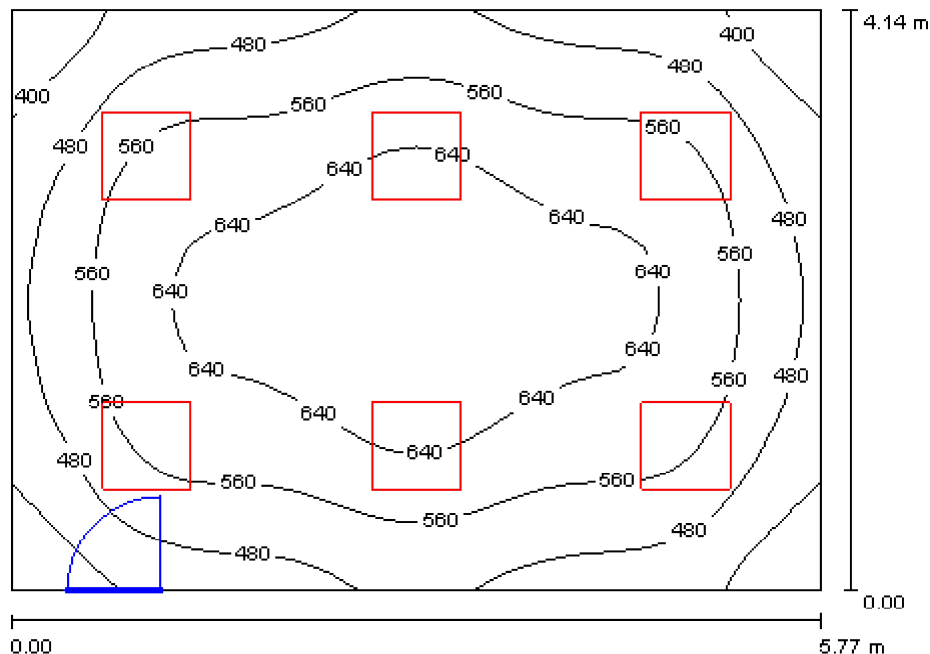
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	260	66	325	/	/
Suelo	202	70	271	20	17
Techo	0.00	69	69	70	15
Pared 1	79	63	143	50	23
Pared 2	101	62	163	50	26
Pared 3	79	64	143	50	23
Pared 4	105	63	168	50	27

Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.504 (1:2)	Pared izq	16	17	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.345 (1:3)	Pared inferior	17	17	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $9.66 \text{ W/m}^2 = 2.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.78 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## botiquin / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	555	336	713	0.606
Suelo	20	457	305	570	0.666
Techo	70	125	94	153	0.752
Paredes (4)	50	287	120	440	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 16	17	17	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior 17	17	17	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			22032	32400	417.0

Valor de eficiencia energética:  $17.46 \text{ W/m}^2 = 3.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $23.88 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## botiquin / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22032 lm  
Potencia total: 417.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

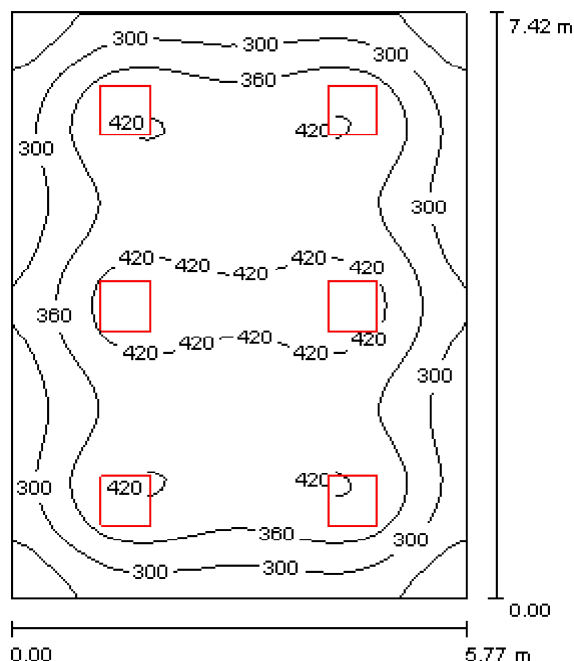
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	434	121	555	/	/
Suelo	334	124	457	20	29
Techo	0.00	125	125	70	28
Pared 1	170	113	283	50	45
Pared 2	177	113	290	50	46
Pared 3	170	114	284	50	45
Pared 4	177	112	290	50	46

Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.606 (1:2)	Pared izq	16	17	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.472 (1:2)	Pared inferior	17	17	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $17.46 \text{ W/m}^2 = 3.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $23.88 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## mantenimiento / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:96

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	355	198	457	0.557
Suelo	20	304	184	389	0.607
Techo	70	72	53	89	0.735
Paredes (4)	50	169	72	255	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**UGR**

Pared izq 18  
Pared inferior 18  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

18  
18

Tran

18  
18

al eje de luminaria

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			22032	32400	417.0

Valor de eficiencia energética:  $9.74 \text{ W/m}^2 = 2.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $42.79 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## mantenimiento / Resultados luminotécnicos

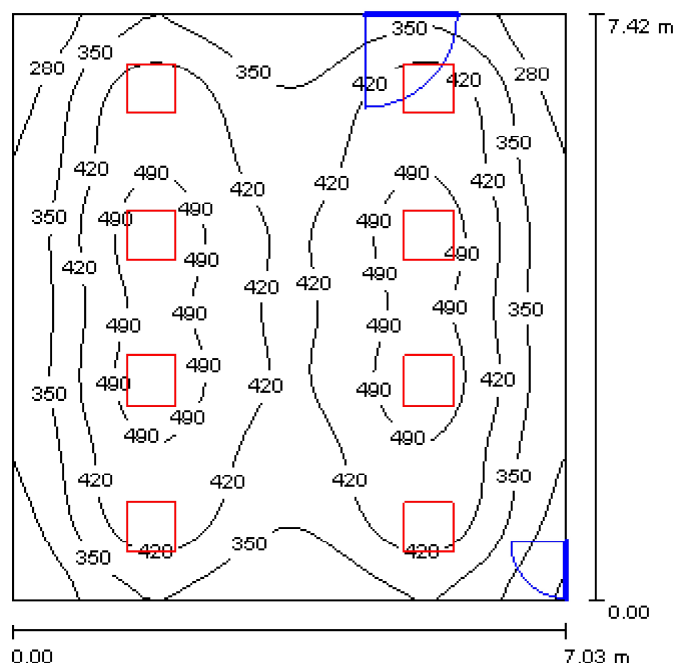
Flujo luminoso total: 22032 lm  
Potencia total: 417.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	289	66	355	/	/
Suelo	234	70	304	20	19
Techo	0.00	72	72	70	16
Pared 1	103	66	168	50	27
Pared 2	103	65	168	50	27
Pared 3	103	65	168	50	27
Pared 4	103	66	169	50	27

Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.557 (1:2)	Pared izq	18	18	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.432 (1:2)	Pared inferior	18	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $9.74 \text{ W/m}^2 = 2.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $42.79 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**director tecnico / Resumen**

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:96

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	402	204	529	0.506
Suelo	20	351	207	434	0.589
Techo	70	81	58	115	0.708
Paredes (5)	50	187	76	399	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			29376	43200	556.0

Valor de eficiencia energética:  $10.67 \text{ W/m}^2 = 2.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $52.11 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## director tecnico / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 29376 lm  
Potencia total: 556.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	331	72	402	/	/
Suelo	273	78	351	20	22
Techo	0.00	81	81	70	18
Pared 1	52	71	123	50	20
Pared 2	126	73	199	50	32
Pared 3	106	75	181	50	29
Pared 4	120	72	192	50	31
Pared 5	106	73	179	50	29

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.506 (1:2)

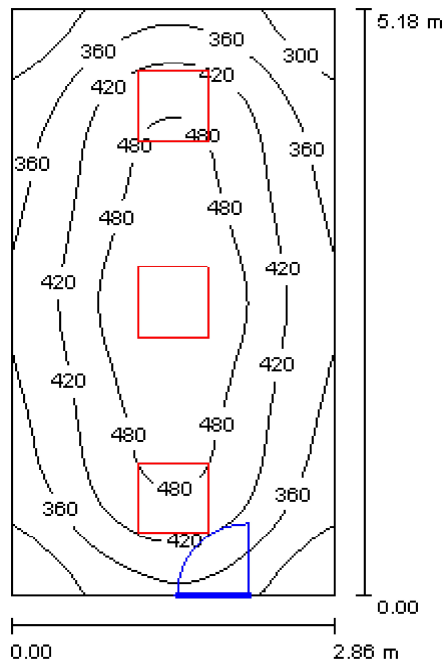
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.385 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $10.67 \text{ W/m}^2 = 2.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $52.11 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de climatizacion / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:67

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	411	248	537	0.604
Suelo	20	314	216	379	0.687
Techo	70	92	74	133	0.802
Paredes (4)	50	208	84	453	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			11016	16200	208.5

Valor de eficiencia energética:  $14.08 \text{ W/m}^2 = 3.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.80 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de climatizacion / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11016 lm  
Potencia total: 208.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	318	94	411	/	/
Suelo	219	94	314	20	20
Techo	0.00	92	92	70	20
Pared 1	120	85	205	50	33
Pared 2	130	83	214	50	34
Pared 3	120	86	205	50	33
Pared 4	128	83	211	50	34

Simetrías en el plano útil

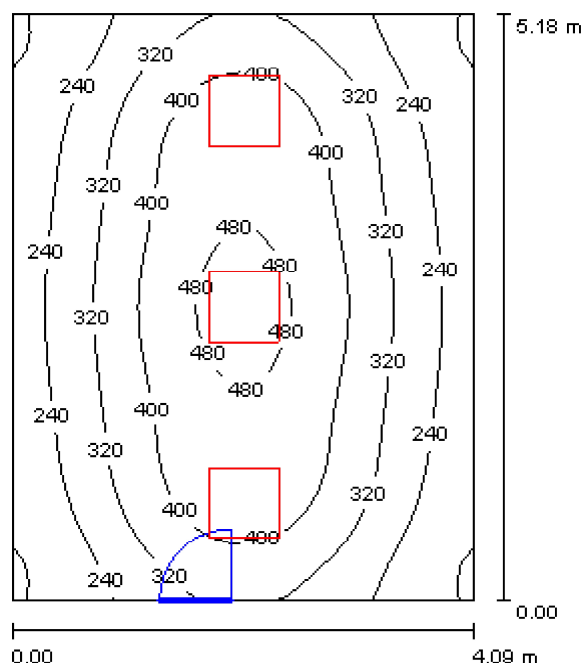
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.604 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.462 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $14.08 \text{ W/m}^2 = 3.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.80 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## limpieza / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:67

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	331	147	507	0.443
Suelo	20	267	169	348	0.633
Techo	70	66	48	97	0.725
Paredes (4)	50	148	59	430	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	17	17	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	16	17	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			11016	16200	208.5

Valor de eficiencia energética:  $9.85 \text{ W/m}^2 = 2.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $21.17 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## limpieza / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11016 lm  
Potencia total: 208.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	269	63	331	/	/
Suelo	199	68	267	20	17
Techo	0.00	66	66	70	15
Pared 1	76	61	137	50	22
Pared 2	105	59	164	50	26
Pared 3	76	61	137	50	22
Pared 4	101	59	161	50	26

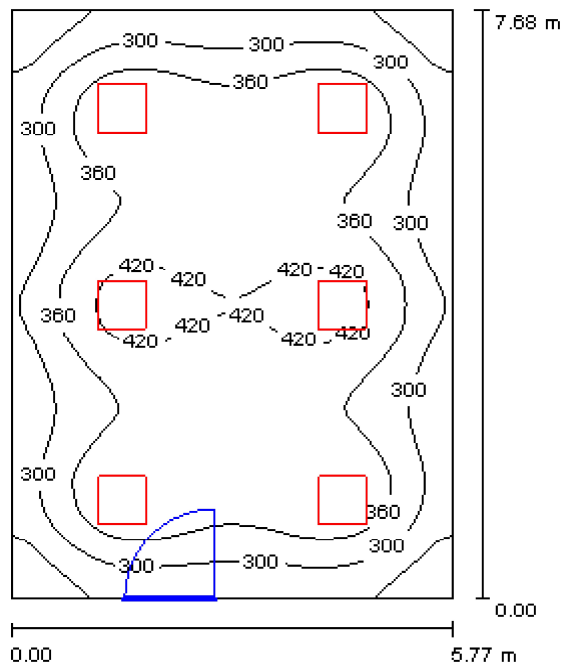
Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.443 (1:2)	Pared izq	17	17	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.289 (1:3)	Pared inferior	16	17	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $9.85 \text{ W/m}^2 = 2.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $21.17 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de visitas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:99

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	345	190	448	0.551
Suelo	20	296	177	379	0.599
Techo	70	70	52	85	0.738
Paredes (4)	50	162	68	240	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### UGR

Pared izq 18  
Pared inferior 18  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

18  
18

Tran

18  
18

al eje de luminaria

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			22032	32400	417.0

Valor de eficiencia energética:  $9.41 \text{ W/m}^2 = 2.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $44.33 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de visitas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22032 lm  
Potencia total: 417.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

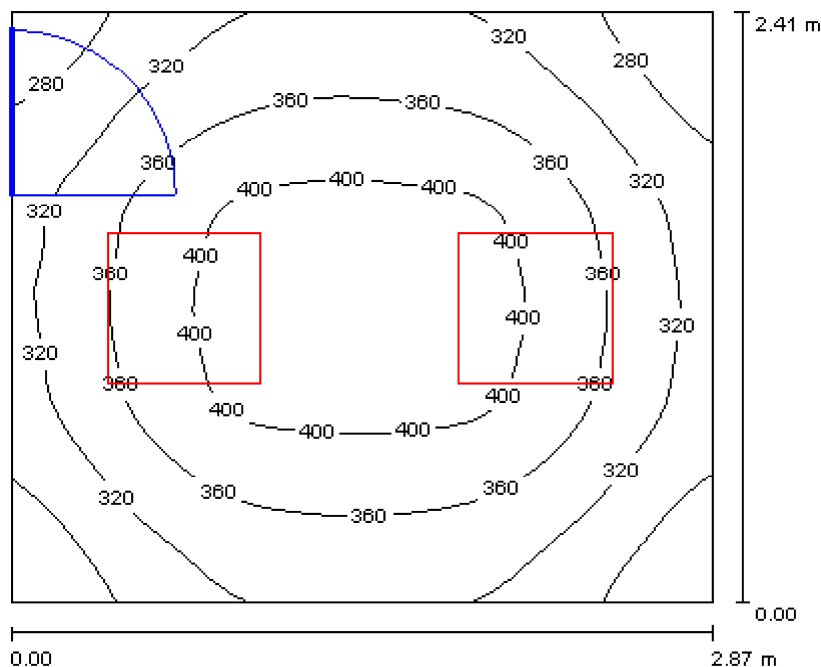
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	281	64	345	/	/
Suelo	228	68	296	20	19
Techo	0.00	70	70	70	16
Pared 1	96	63	159	50	25
Pared 2	100	63	164	50	26
Pared 3	98	63	162	50	26
Pared 4	100	63	164	50	26

Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.551 (1:2)	Pared izq	18	18	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.424 (1:2)	Pared inferior	18	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $9.41 \text{ W/m}^2 = 2.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $44.33 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de espera planta baja / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	349	241	421	0.689
Suelo	20	242	193	278	0.796
Techo	70	101	74	143	0.727
Paredes (4)	50	215	96	518	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			5913	8100	105.0

Valor de eficiencia energética:  $15.15 \text{ W/m}^2 = 4.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.93 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de espera planta baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 5913 lm  
Potencia total: 105.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	243	107	349	/	/
Suelo	151	92	242	20	15
Techo	0.00	101	101	70	23
Pared 1	123	90	213	50	34
Pared 2	123	90	213	50	34
Pared 3	133	89	222	50	35
Pared 4	124	89	213	50	34

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.689 (1:1)

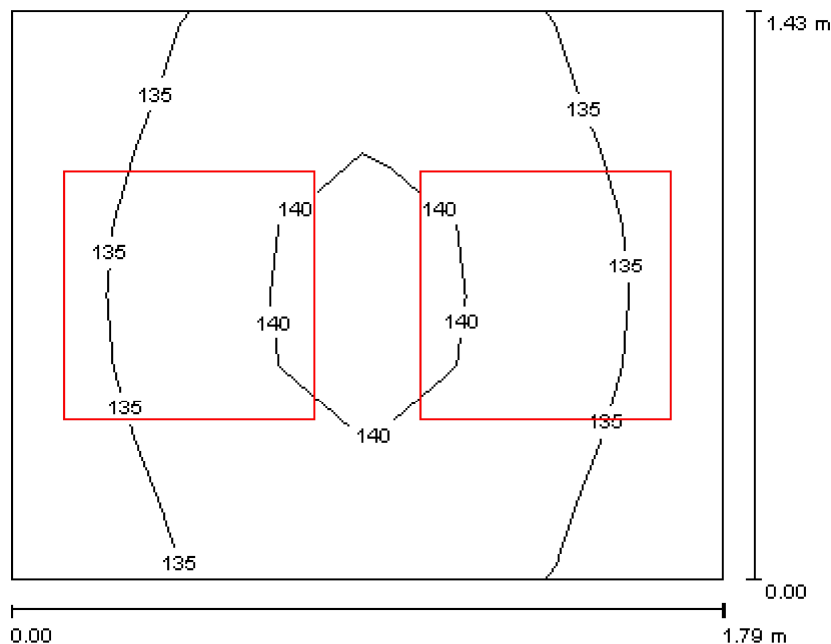
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.572 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $15.15 \text{ W/m}^2 = 4.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.93 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## escaleras / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 6.150 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:19

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	137	131	141	0.959
Suelo	20	100	96	102	0.964
Techo	70	319	251	463	0.785
Paredes (4)	50	279	32	1697	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 8 x 8 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			7344	10800	139.0

Valor de eficiencia energética:  $54.50 \text{ W/m}^2 = 39.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $2.55 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## escaleras / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7344 lm  
Potencia total: 139.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	84	52	137	/	/
Suelo	63	37	100	20	6.37
Techo	0.00	319	319	70	71
Pared 1	155	131	286	50	45
Pared 2	142	132	274	50	44
Pared 3	155	131	286	50	46
Pared 4	142	132	274	50	44

Simetrías en el plano útil

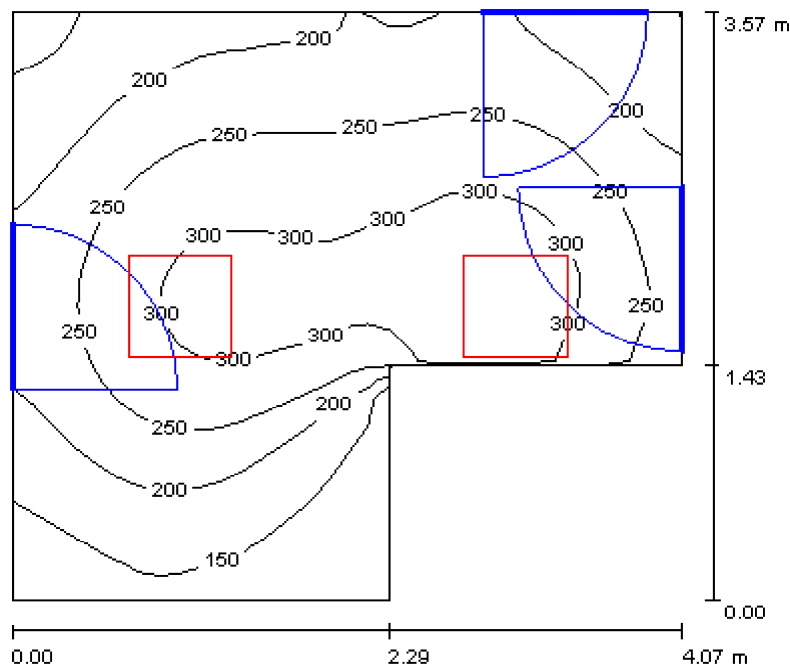
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.959 (1:1)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.926 (1:1)

Valor de eficiencia energética:  $54.50 \text{ W/m}^2 = 39.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $2.55 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## hall planta baja / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:46

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	233	103	336	0.443
Suelo	20	173	96	223	0.553
Techo	70	65	35	448	0.536
Paredes (6)	50	132	43	1896	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			5913	8100	105.0

Valor de eficiencia energética:  $8.76 \text{ W/m}^2 = 3.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.99 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## hall planta baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 5913 lm  
Potencia total: 105.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	169	64	233	/	/
Suelo	113	59	173	20	11
Techo	0.00	65	65	70	14
Pared 1	49	46	95	50	15
Pared 2	44	47	90	50	14
Pared 3	182	69	250	50	40
Pared 4	72	69	141	50	22
Pared 5	65	60	125	50	20
Pared 6	66	49	115	50	18

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.443 (1:2)

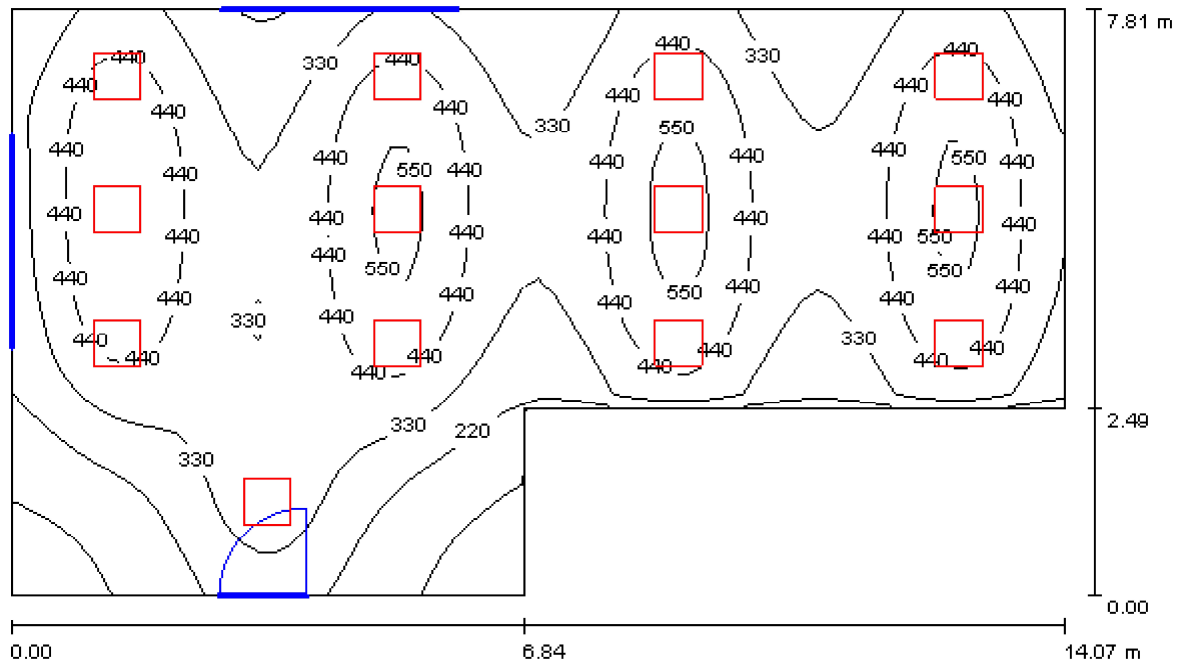
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.307 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $8.76 \text{ W/m}^2 = 3.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.99 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## comedor / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	370	71	592	0.191
Suelo	20	330	102	460	0.309
Techo	70	71	37	122	0.522
Paredes (6)	50	170	50	452	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	13	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			47736	70200	903.5

Valor de eficiencia energética:  $9.82 \text{ W/m}^2 = 2.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $91.97 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## comedor / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 47736 lm  
Potencia total: 903.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	310	61	370	/	/
Suelo	266	64	330	20	21
Techo	0.00	71	71	70	16
Pared 1	132	73	206	50	33
Pared 2	127	78	204	50	33
Pared 3	131	69	200	50	32
Pared 4	84	57	141	50	22
Pared 5	57	49	105	50	17
Pared 6	42	46	88	50	14

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.191 (1:5)

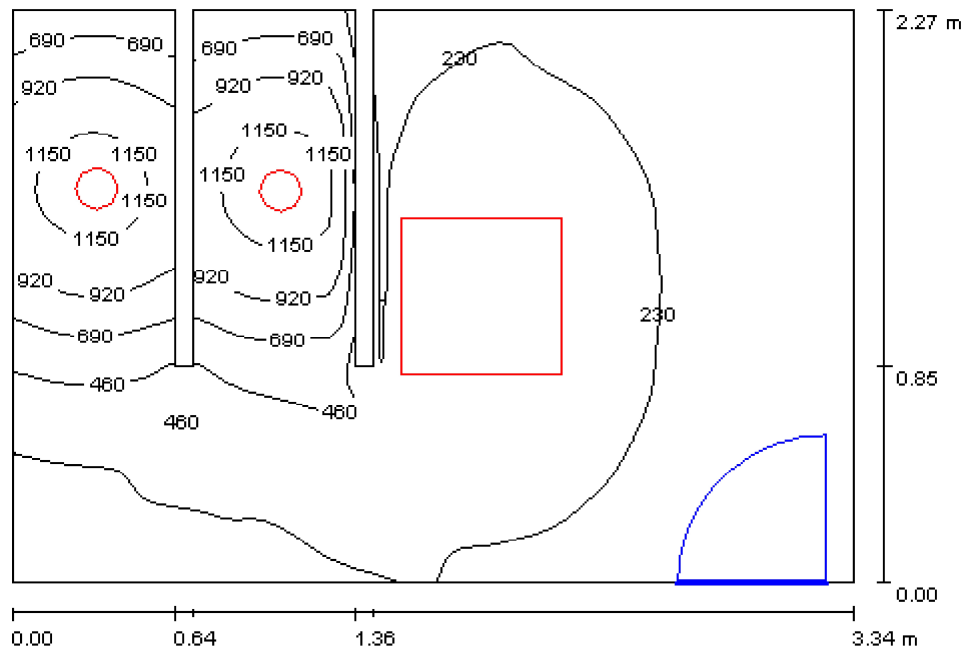
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.120 (1:8)

Valor de eficiencia energética:  $9.82 \text{ W/m}^2 = 2.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $91.97 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicos 1 / Resumen





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicos 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 8095 lm  
Potencia total: 174.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	315	89	404	/	/
Suelo	201	71	273	20	17
Techo	0.00	84	84	70	19
Pared 1	50	66	116	50	18
Pared 2	79	64	143	50	23
Pared 3	152	63	214	50	34
Pared 4	0.00	71	71	50	11
Pared 5	168	121	289	50	46
Pared 6	98	115	214	50	34
Pared 7	155	125	281	50	45
Pared 8	0.00	61	61	50	9.70
Pared 9	164	120	284	50	45
Pared 10	100	113	213	50	34
Pared 11	107	105	212	50	34
Pared 12	20	71	91	50	15
Pared 13	75	72	147	50	23

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.280 (1:4)

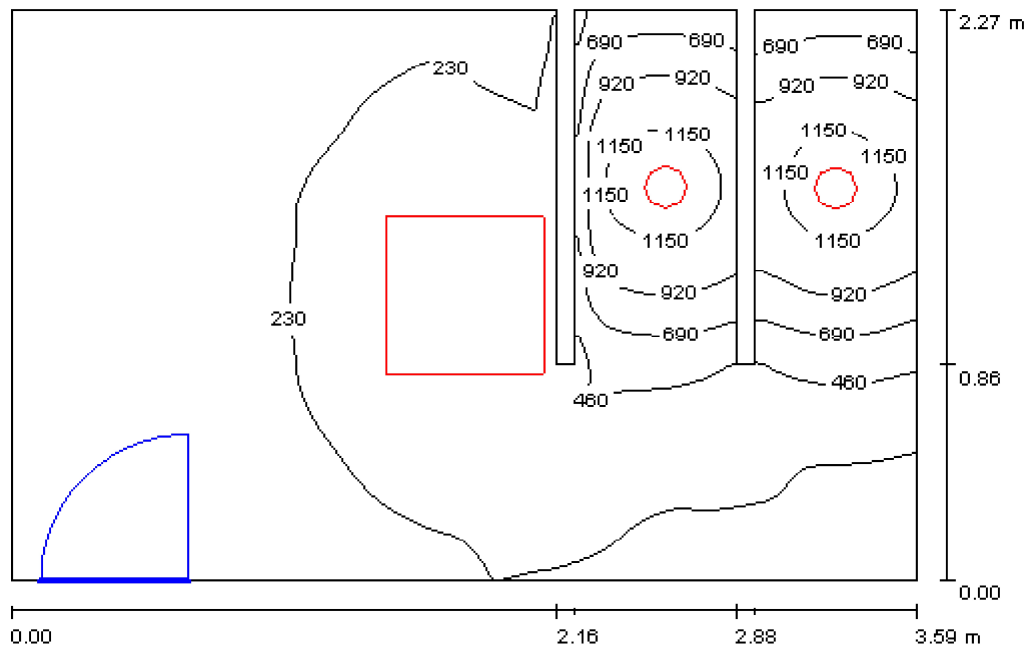
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.090 (1:11)

Valor de eficiencia energética:  $23.66 \text{ W/m}^2 = 5.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.38 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicas 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	375	108	1245	0.288
Suelo	20	255	98	627	0.384
Techo	70	80	41	433	0.516
Paredes (12)	50	189	54	1683	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36 (1.000)	2569	2569	61.0
2	1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			8095	9188	174.5

Valor de eficiencia energética:  $21.92 \text{ W/m}^2 = 5.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.96 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicas 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 8095 lm  
Potencia total: 174.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	292	83	375	/	/
Suelo	188	67	255	20	16
Techo	0.00	80	80	70	18
Pared 1	108	104	212	50	34
Pared 2	100	115	215	50	34
Pared 3	162	122	284	50	45
Pared 4	0.00	61	61	50	9.70
Pared 5	174	123	297	50	47
Pared 6	101	116	217	50	35
Pared 7	152	126	277	50	44
Pared 8	0.00	69	69	50	11
Pared 9	162	58	220	50	35
Pared 10	70	58	129	50	20
Pared 11	38	59	96	50	15
Pared 12	68	69	137	50	22

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.288 (1:3)

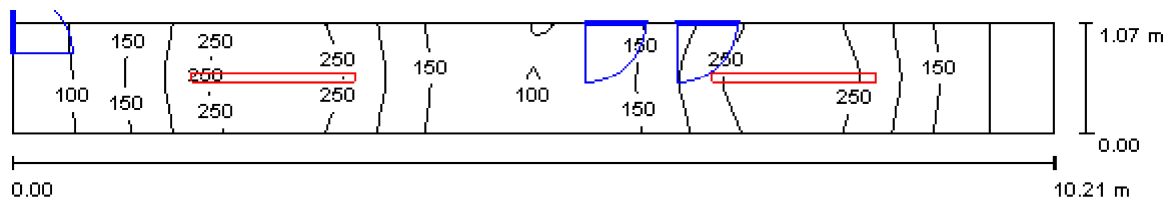
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.087 (1:12)

Valor de eficiencia energética:  $21.92 \text{ W/m}^2 = 5.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.96 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 1 planta baja / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:74

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	178	73	292	0.408
Suelo	20	122	72	160	0.590
Techo	70	133	34	378	0.258
Paredes (4)	50	156	38	1006	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 8 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			7860	10480	110.0

Valor de eficiencia energética:  $10.08 \text{ W/m}^2 = 5.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.92 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 1 planta baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7860 lm  
Potencia total: 110.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	99	80	178	/	/
Suelo	65	57	122	20	7.77
Techo	28	104	133	70	30
Pared 1	23	45	69	50	11
Pared 2	93	75	168	50	27
Pared 3	23	47	70	50	11
Pared 4	90	73	163	50	26

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.408 (1:2)

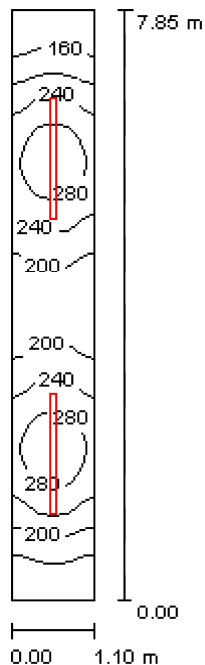
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.249 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $10.08 \text{ W/m}^2 = 5.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.92 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 2 planta baja / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	221	121	304	0.549
Suelo	20	147	103	173	0.698
Techo	70	165	59	353	0.357
Paredes (4)	50	192	49	963	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	19	17	
Trama:	16 x 64 Puntos	Pared inferior	23	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			7860	10480	110.0

Valor de eficiencia energética:  $12.73 \text{ W/m}^2 = 5.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $8.64 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 2 planta baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7860 lm  
Potencia total: 110.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	123	98	221	/	/
Suelo	79	68	147	20	9.37
Techo	37	128	165	70	37
Pared 1	40	69	109	50	17
Pared 2	115	89	204	50	32
Pared 3	40	69	110	50	17
Pared 4	115	89	204	50	32

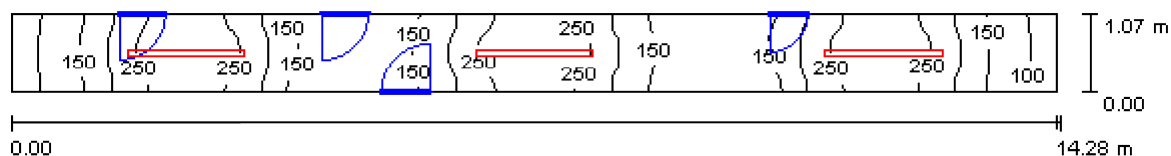
Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.549 (1:2)	Pared izq	19	17	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.399 (1:3)	Pared inferior	23	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $12.73 \text{ W/m}^2 = 5.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $8.64 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### pasillo 3 planta baja / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	189	86	300	0.456
Suelo	20	132	81	171	0.611
Techo	70	141	41	358	0.287
Paredes (4)	50	170	39	988	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 16 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			11790	15720	165.0

Valor de eficiencia energética:  $10.78 \text{ W/m}^2 = 5.70 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.30 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### pasillo 3 planta baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11790 lm  
Potencia total: 165.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	107	82	189	/	/
Suelo	71	61	132	20	8.40
Techo	31	111	141	70	32
Pared 1	99	78	177	50	28
Pared 2	27	50	77	50	12
Pared 3	99	78	177	50	28
Pared 4	27	51	78	50	12

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.456 (1:2)

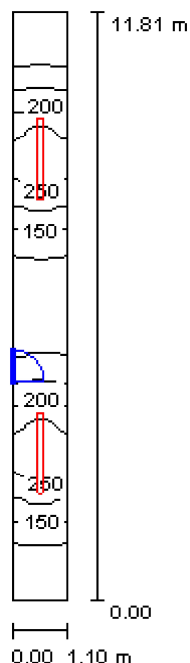
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.288 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $10.78 \text{ W/m}^2 = 5.70 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.30 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 4 planta baja / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:152

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	154	51	288	0.330
Suelo	20	106	54	154	0.510
Techo	70	111	24	363	0.220
Paredes (4)	50	132	28	952	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	24	20	
Trama:	128 x 16 Puntos	Pared inferior	24	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			7860	10480	110.0

Valor de eficiencia energética:  $8.47 \text{ W/m}^2 = 5.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.99 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 4 planta baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7860 lm  
Potencia total: 110.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	87	68	154	/	/
Suelo	58	48	106	20	6.73
Techo	24	87	111	70	25
Pared 1	17	34	51	50	8.06
Pared 2	77	61	139	50	22
Pared 3	17	33	50	50	7.92
Pared 4	79	62	141	50	22

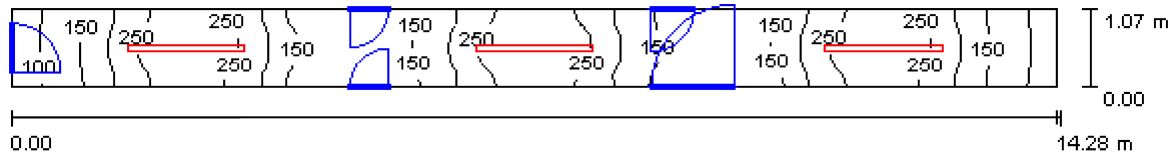
Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.330 (1:3)	Pared izq	24	20	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.177 (1:6)	Pared inferior	24	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $8.47 \text{ W/m}^2 = 5.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.99 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 5 planta baja / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	189	86	300	0.453
Suelo	20	132	81	170	0.612
Techo	70	142	40	358	0.283
Paredes (4)	50	173	39	988	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	24	20	
Trama:	16 x 128 Puntos	Pared inferior	24	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			11790	15720	165.0

Valor de eficiencia energética:  $10.78 \text{ W/m}^2 = 5.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.30 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 5 planta baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11790 lm  
Potencia total: 165.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

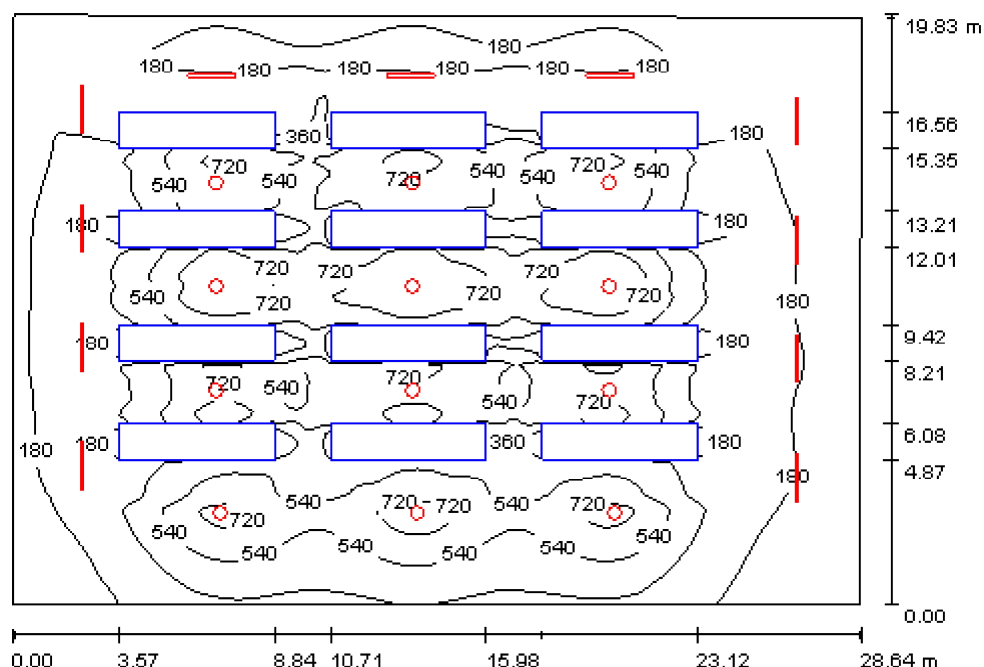
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	107	82	189	/	/
Suelo	71	60	132	20	8.39
Techo	31	111	142	70	32
Pared 1	27	51	78	50	12
Pared 2	100	79	178	50	28
Pared 3	24	50	74	50	12
Pared 4	103	80	183	50	29

Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.453 (1:2)	Pared izq	24	20	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.286 (1:3)	Pared inferior	24	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $10.78 \text{ W/m}^2 = 5.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.30 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacenaje / Resumen



Altura del local: 8.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:255

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	365	55	915	0.149
Suelo	20	280	16	704	0.056
Techo	70	80	36	122	0.451
Paredes (8)	50	95	38	270	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465 (1.000)	27368	31100	276.0
2	11	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			371646	430840	3917.0

Valor de eficiencia energética:  $6.92 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $565.99 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacenaje / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 371646 lm  
Potencia total: 3917.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	313	52	365	/	/
Suelo	233	47	280	20	18
Techo	0.97	79	80	70	18
Pared 1	33	49	81	50	13
Pared 2	7.87	39	47	50	7.43
Pared 3	33	49	82	50	13
Pared 4	32	50	82	50	13
Pared 5	15	47	62	50	9.84
Pared 6	38	54	92	50	15
Pared 7	12	45	57	50	9.05
Pared 8	75	67	142	50	23

Simetrías en el plano útil

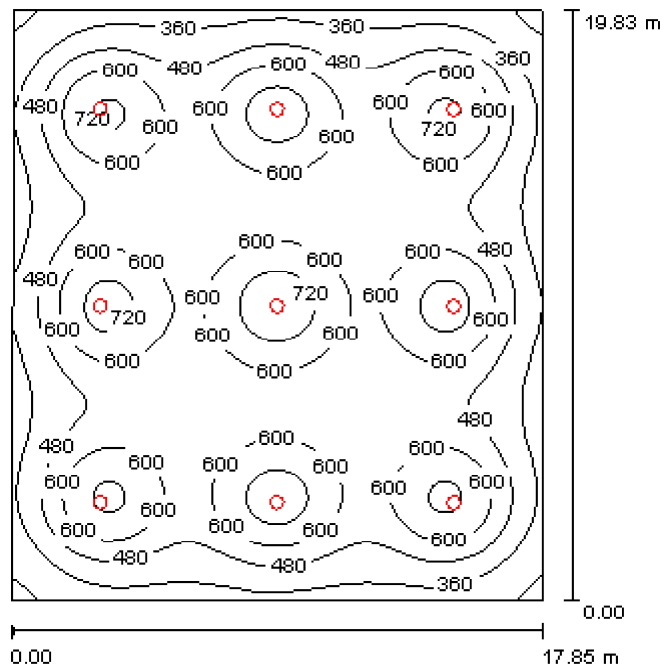
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.149 (1:7)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.060 (1:17)

Valor de eficiencia energética:  $6.92 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $565.99 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Carga y descarga / Resumen



Altura del local: 8.000 m, Altura de montaje: 7.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:255

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	531	208	803	0.392
Suelo	20	513	213	721	0.416
Techo	70	81	57	95	0.704
Paredes (9)	50	136	50	290	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465 (1.000)	27368	31100	276.0
Total:			246312	279900	2484.0

Valor de eficiencia energética:  $7.03 \text{ W/m}^2 = 1.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $353.42 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Carga y descarga / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 246312 lm  
Potencia total: 2484.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	467	63	531	/	/
Suelo	445	67	513	20	33
Techo	0.00	81	81	70	18
Pared 1	56	69	125	50	20
Pared 2	66	73	138	50	22
Pared 3	24	61	86	50	14
Pared 4	28	64	92	50	15
Pared 5	59	72	131	50	21
Pared 6	64	76	140	50	22
Pared 7	58	70	128	50	20
Pared 8	67	73	139	50	22
Pared 9	61	74	135	50	22

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.392 (1:3)

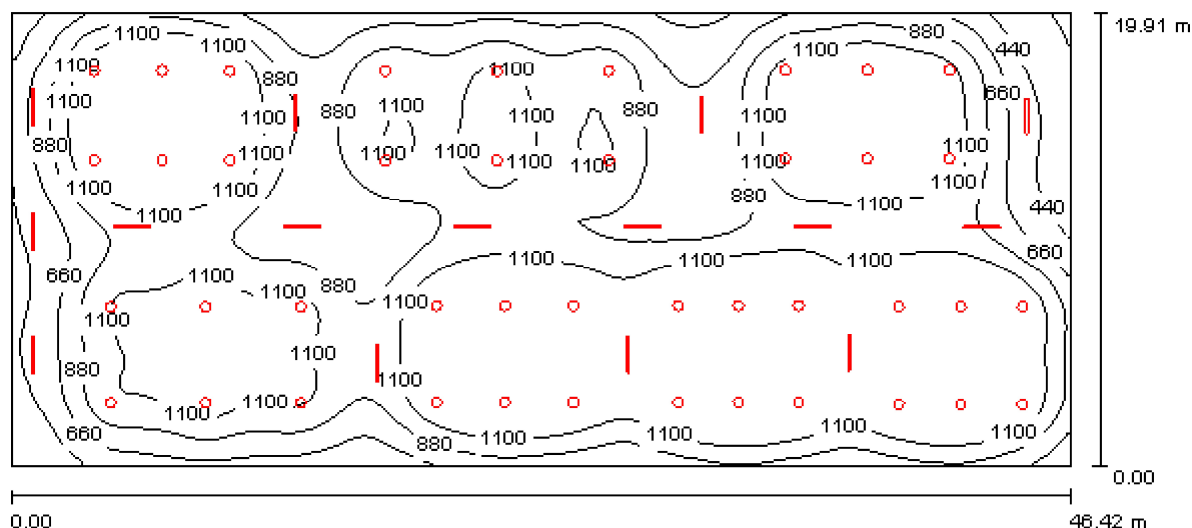
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.259 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $7.03 \text{ W/m}^2 = 1.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $353.42 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## zona de producción / Resumen



Altura del local: 8.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:332

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	1053	193	1756	0.184
Suelo	20	1030	222	1615	0.215
Techo	70	175	98	218	0.561
Paredes (10)	50	276	112	619	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	42	Philips HPK380 1xSON-PP250W P-MB +GPK380 R D465 (1.000)	27368	31100	276.0
2	15	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			1208406	1384800	12417.0

Valor de eficiencia energética:  $13.43 \text{ W/m}^2 = 1.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $924.40 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## zona de produccion / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1208406 lm  
Potencia total: 12417.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	923	130	1053	/	/
Suelo	895	134	1030	20	66
Techo	0.90	174	175	70	39
Pared 1	146	159	305	50	48
Pared 2	112	151	263	50	42
Pared 3	44	119	163	50	26
Pared 4	125	152	277	50	44
Pared 5	183	151	334	50	53
Pared 6	146	137	283	50	45
Pared 7	67	124	192	50	30
Pared 8	43	127	170	50	27
Pared 9	91	137	228	50	36
Pared 10	26	133	159	50	25

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.184 (1:5)

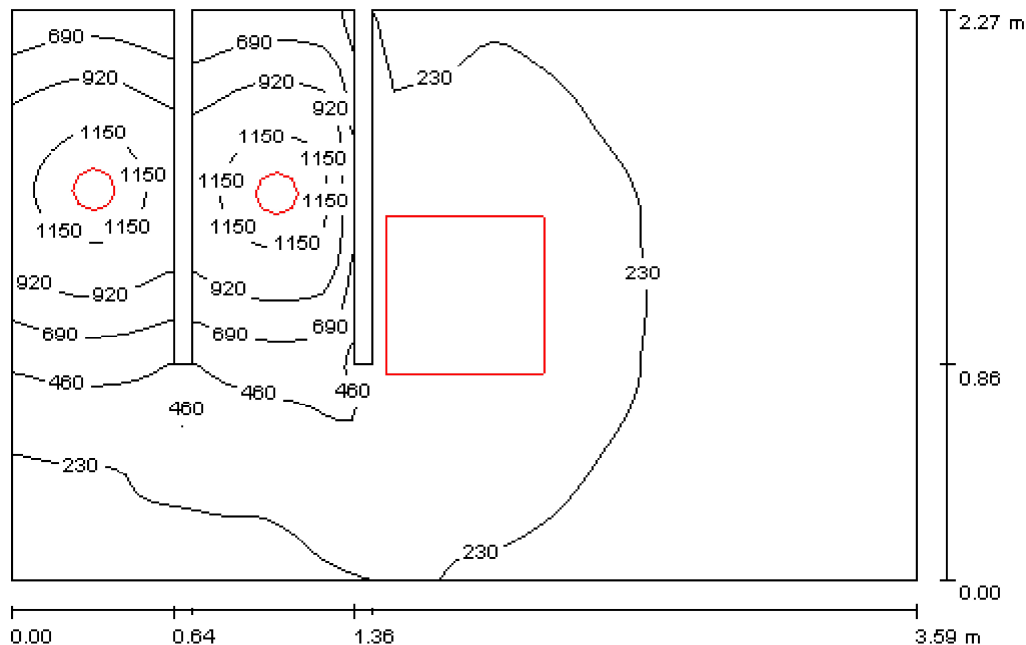
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.110 (1:9)

Valor de eficiencia energética:  $13.43 \text{ W/m}^2 = 1.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $924.40 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicos 4 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	378	106	1245	0.279
Suelo	20	257	97	624	0.377
Techo	70	68	19	285	0.276
Paredes (12)	50	186	52	1634	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36 (1.000)	2569	2569	61.0
2	1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			8095	9188	174.5

Valor de eficiencia energética:  $21.92 \text{ W/m}^2 = 5.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.96 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicos 4 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 8095 lm  
Potencia total: 174.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	297	81	378	/	/
Suelo	191	65	257	20	16
Techo	0.00	68	68	70	15
Pared 1	70	56	126	50	20
Pared 2	166	53	219	50	35
Pared 3	0.00	68	68	50	11
Pared 4	165	120	285	50	45
Pared 5	95	113	208	50	33
Pared 6	157	124	281	50	45
Pared 7	0.00	60	60	50	9.59
Pared 8	162	121	284	50	45
Pared 9	98	113	211	50	34
Pared 10	107	104	212	50	34
Pared 11	65	66	131	50	21
Pared 12	37	57	94	50	15

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.279 (1:4)

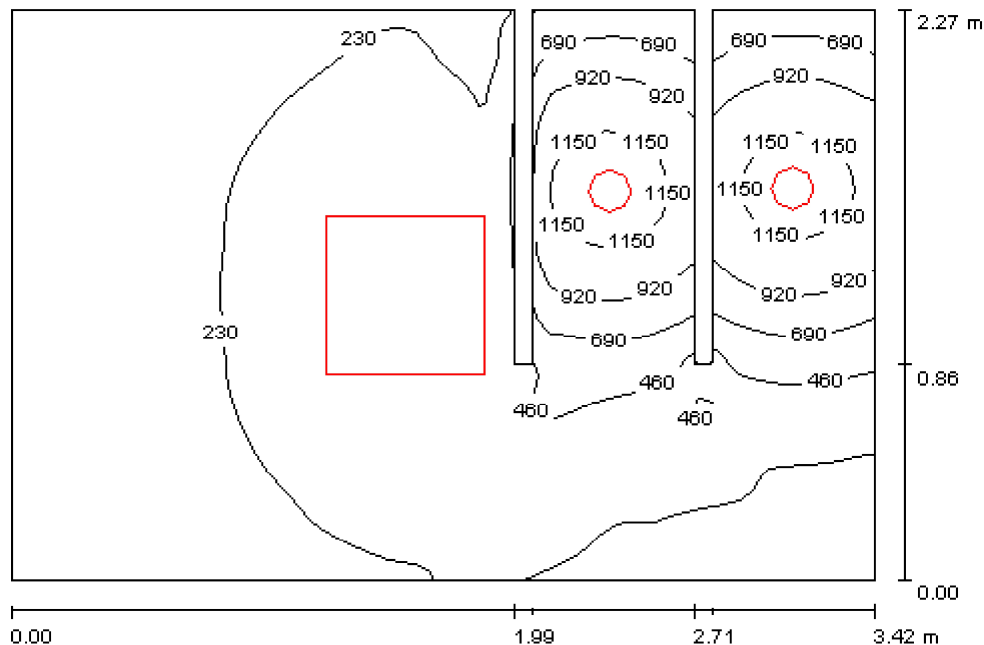
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.085 (1:12)

Valor de eficiencia energética:  $21.92 \text{ W/m}^2 = 5.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.96 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo cicas 4 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	403	114	1251	0.283
Suelo	20	272	108	634	0.398
Techo	70	73	29	203	0.396
Paredes (14)	50	192	56	1229	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36 (1.000)	2569	2569	61.0
2	1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			8095	9188	174.5

Valor de eficiencia energética:  $23.05 \text{ W/m}^2 = 5.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.57 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo cicas 4 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 8095 lm  
Potencia total: 174.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	316	86	403	/	/
Suelo	202	70	272	20	17
Techo	0.00	73	73	70	16
Pared 1	108	106	214	50	34
Pared 2	100	116	215	50	34
Pared 3	168	124	292	50	47
Pared 4	44	86	131	50	21
Pared 5	0.00	63	63	50	10
Pared 6	158	127	285	50	45
Pared 7	97	116	214	50	34
Pared 8	165	121	286	50	46
Pared 9	0.00	70	70	50	11
Pared 10	152	57	210	50	33
Pared 11	76	60	136	50	22
Pared 12	46	62	108	50	17
Pared 13	69	71	140	50	22
Pared 14	19	69	88	50	14

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.283 (1:4)

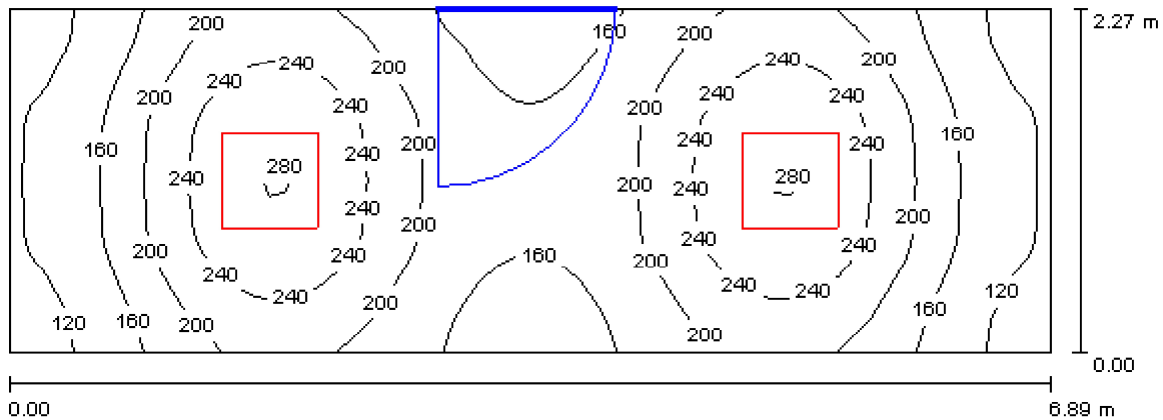
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.091 (1:11)

Valor de eficiencia energética:  $23.05 \text{ W/m}^2 = 5.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.57 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## archivos / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	193	100	283	0.519
Suelo	20	144	95	174	0.658
Techo	70	43	30	51	0.713
Paredes (4)	50	106	39	272	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	17	16	
Trama:	64 x 32 Puntos	Pared inferior	18	17	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

## Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 5913	Total: 8100	105.0

Valor de eficiencia energética:  $6.71 \text{ W/m}^2 = 3.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.64 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## archivos / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 5913 lm  
Potencia total: 105.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	144	49	193	/	/
Suelo	97	47	144	20	9.18
Techo	0.00	43	43	70	9.49
Pared 1	43	42	84	50	13
Pared 2	71	43	114	50	18
Pared 3	43	42	85	50	14
Pared 4	69	43	112	50	18

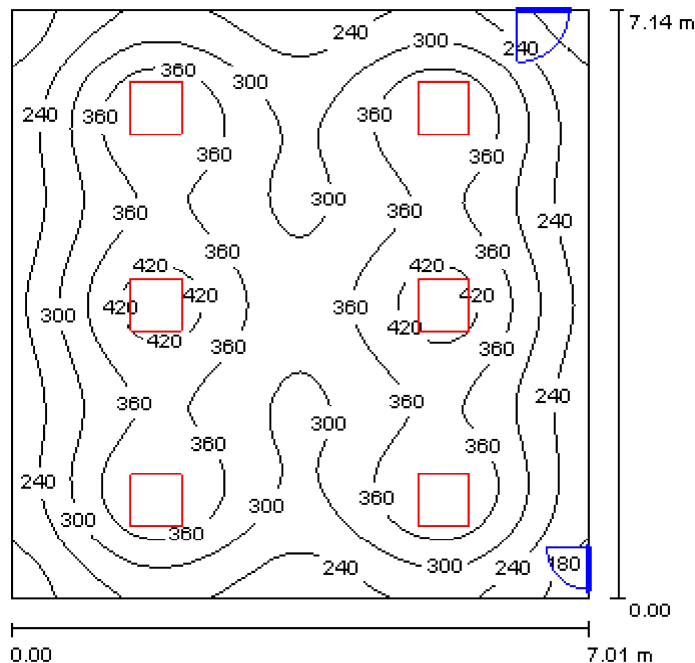
Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.519 (1:2)	Pared izq	17	16	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.352 (1:3)	Pared inferior	18	17	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $6.71 \text{ W/m}^2 = 3.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.64 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## director de personal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:92

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	314	152	448	0.483
Suelo	20	272	162	340	0.595
Techo	70	55	37	67	0.678
Paredes (4)	50	139	54	252	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			22032	32400	417.0

Valor de eficiencia energética:  $8.32 \text{ W/m}^2 = 2.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.09 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## director de personal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22032 lm  
Potencia total: 417.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

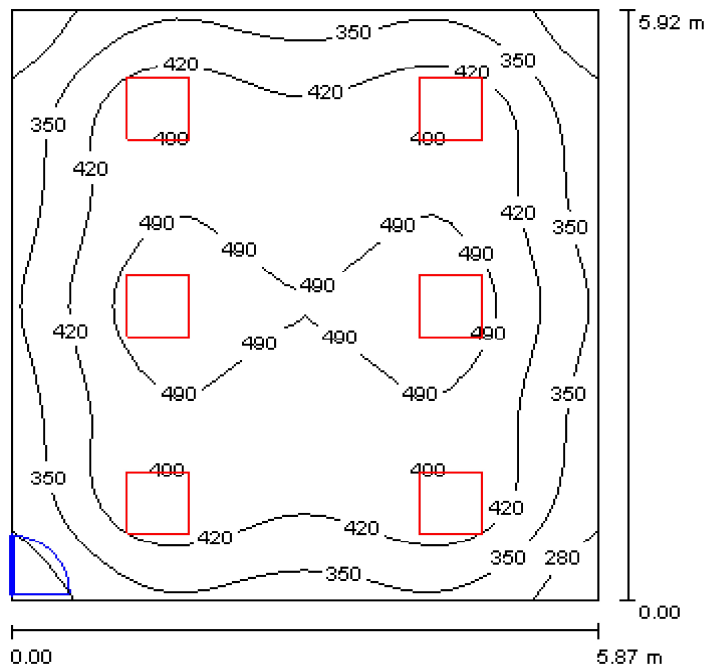
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	264	51	314	/	/
Suelo	216	56	272	20	17
Techo	0.00	55	55	70	12
Pared 1	91	53	144	50	23
Pared 2	81	54	135	50	21
Pared 3	92	53	144	50	23
Pared 4	81	54	135	50	21

Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.483 (1:2)	Pared izq	18	18	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.339 (1:3)	Pared inferior	18	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $8.32 \text{ W/m}^2 = 2.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.09 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## director comercial / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:76

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	422	235	536	0.557
Suelo	20	357	227	453	0.635
Techo	70	78	54	101	0.690
Paredes (4)	50	198	74	369	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			22032	32400	417.0

Valor de eficiencia energética:  $12.00 \text{ W/m}^2 = 2.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $34.74 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## director comercial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22032 lm  
Potencia total: 417.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	346	76	422	/	/
Suelo	275	82	357	20	23
Techo	0.00	78	78	70	17
Pared 1	127	76	204	50	32
Pared 2	117	76	193	50	31
Pared 3	127	76	203	50	32
Pared 4	117	76	194	50	31

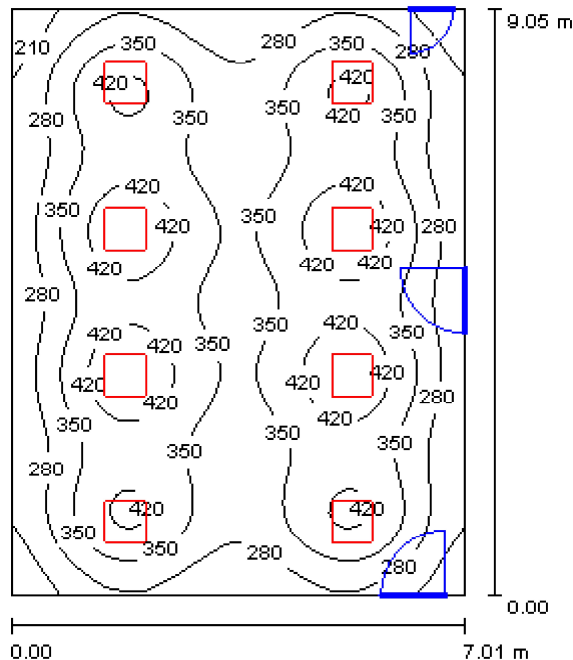
Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.557 (1:2)	Pared izq	18	18	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.439 (1:2)	Pared inferior	18	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $12.00 \text{ W/m}^2 = 2.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $34.74 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de juntas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:117

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	341	163	472	0.477
Suelo	20	300	173	370	0.576
Techo	70	63	47	83	0.742
Paredes (7)	50	150	57	279	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			29376	43200	556.0

Valor de eficiencia energética:  $8.76 \text{ W/m}^2 = 2.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $63.44 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de juntas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 29376 lm  
Potencia total: 556.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	286	55	341	/	/
Suelo	239	61	300	20	19
Techo	0.00	63	63	70	14
Pared 1	72	56	128	50	20
Pared 2	103	58	161	50	26
Pared 3	89	58	147	50	23
Pared 4	59	57	115	50	18
Pared 5	103	58	161	50	26
Pared 6	88	60	147	50	23
Pared 7	85	59	144	50	23

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.477 (1:2)

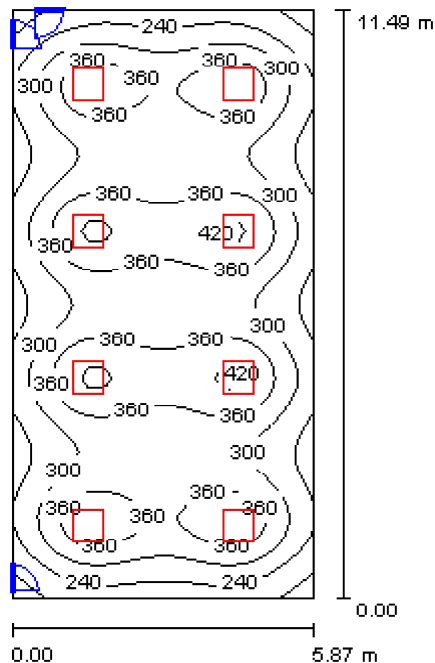
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.345 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $8.76 \text{ W/m}^2 = 2.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $63.44 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## administracion / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:148

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	317	153	432	0.484
Suelo	20	279	160	352	0.574
Techo	70	58	46	66	0.801
Paredes (4)	50	143	55	219	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	18	19	
Trama:	64 x 32 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			29376	43200	556.0

Valor de eficiencia energética:  $8.24 \text{ W/m}^2 = 2.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $67.47 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## administracion / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 29376 lm  
Potencia total: 556.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	265	52	317	/	/
Suelo	221	58	279	20	18
Techo	0.00	58	58	70	13
Pared 1	91	55	146	50	23
Pared 2	83	54	137	50	22
Pared 3	92	54	146	50	23
Pared 4	84	54	138	50	22

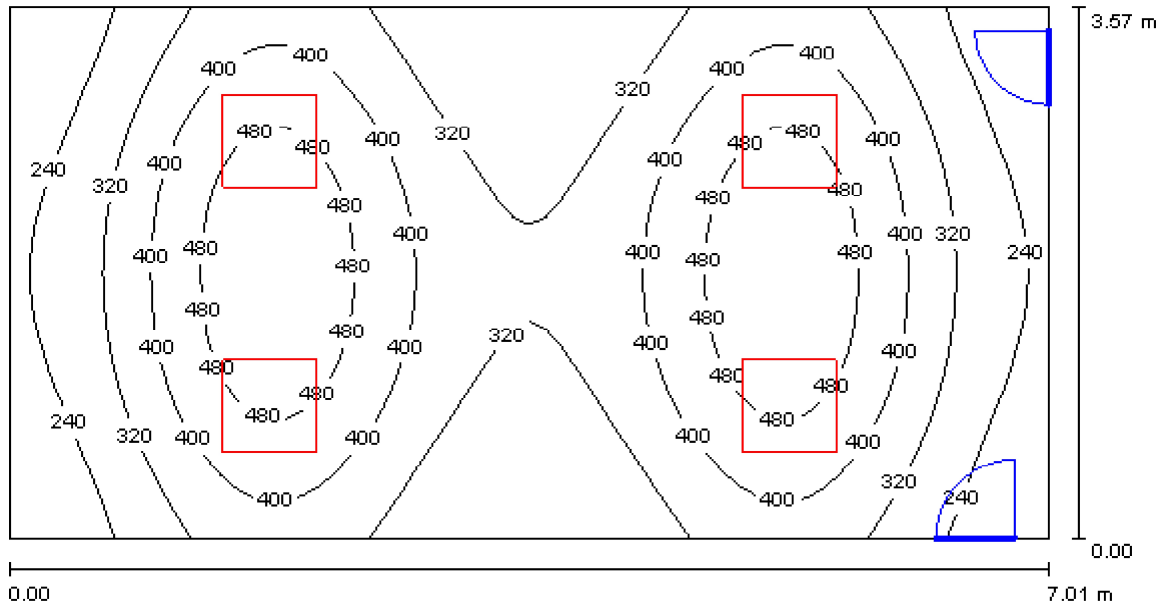
Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.484 (1:2)	Pared izq	18	19	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.355 (1:3)	Pared inferior	18	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $8.24 \text{ W/m}^2 = 2.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $67.47 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## administracion comercial / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	358	174	542	0.485
Suelo	20	292	176	369	0.602
Techo	70	67	48	88	0.714
Paredes (4)	50	174	64	430	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	17	17	
Trama:	64 x 32 Puntos	Pared inferior	16	17	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			14688	21600	278.0

Valor de eficiencia energética:  $11.10 \text{ W/m}^2 = 3.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.04 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## administracion comercial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14688 lm  
Potencia total: 278.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	288	71	358	/	/
Suelo	219	73	292	20	19
Techo	0.00	67	67	70	15
Pared 1	117	68	185	50	29
Pared 2	83	68	151	50	24
Pared 3	119	67	186	50	30
Pared 4	83	68	150	50	24

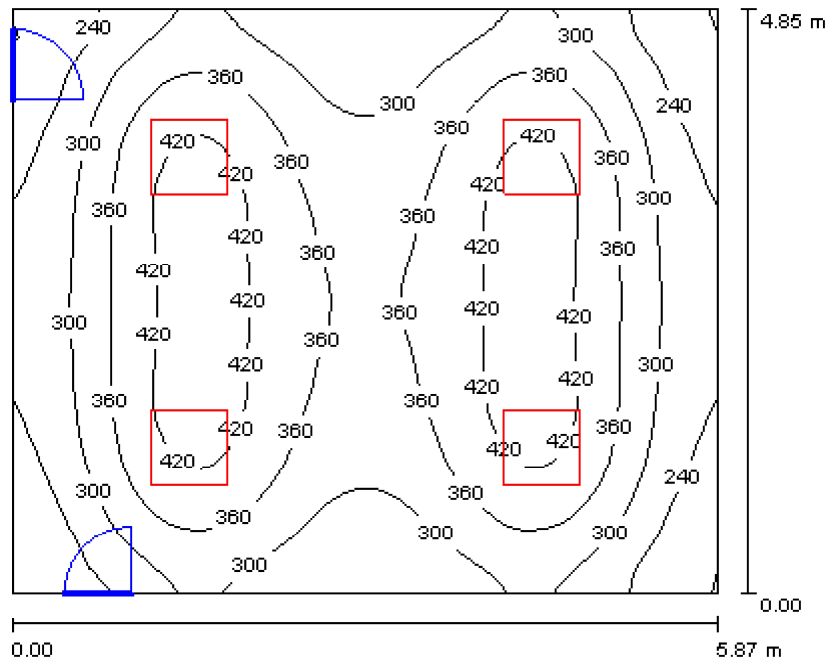
Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.485 (1:2)	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.321 (1:3)	Pared izq	17	17	
	Pared inferior	16	17	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $11.10 \text{ W/m}^2 = 3.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.04 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de informatica / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	335	175	447	0.522
Suelo	20	280	173	349	0.619
Techo	70	63	49	73	0.786
Paredes (4)	50	156	57	269	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			14688	21600	278.0

Valor de eficiencia energética:  $9.76 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.47 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de informatica / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14688 lm  
Potencia total: 278.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	273	62	335	/	/
Suelo	212	68	280	20	18
Techo	0.00	63	63	70	14
Pared 1	100	61	161	50	26
Pared 2	89	61	150	50	24
Pared 3	101	61	162	50	26
Pared 4	89	62	151	50	24

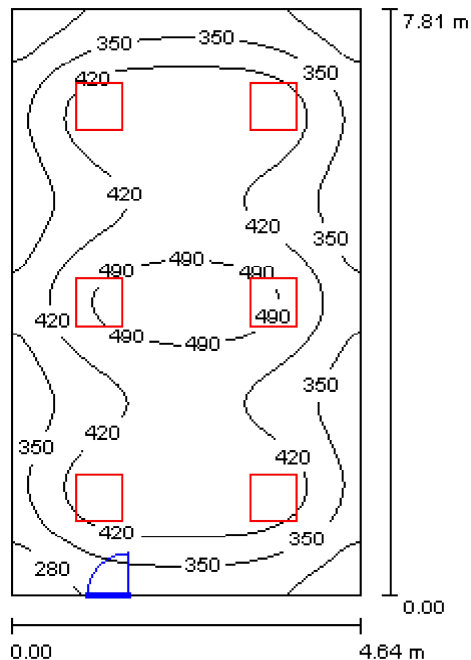
Simetrías en el plano útil	<b>UGR</b>	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.522 (1:2)	Pared izq	18	18	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.391 (1:3)	Pared inferior	18	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética:  $9.76 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.47 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## director gerente / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	402	225	529	0.561
Suelo	20	341	207	433	0.607
Techo	70	78	56	86	0.724
Paredes (4)	50	191	71	316	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	17	17	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			22032	32400	417.0

Valor de eficiencia energética:  $11.51 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $36.24 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## director gerente / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22032 lm  
Potencia total: 417.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

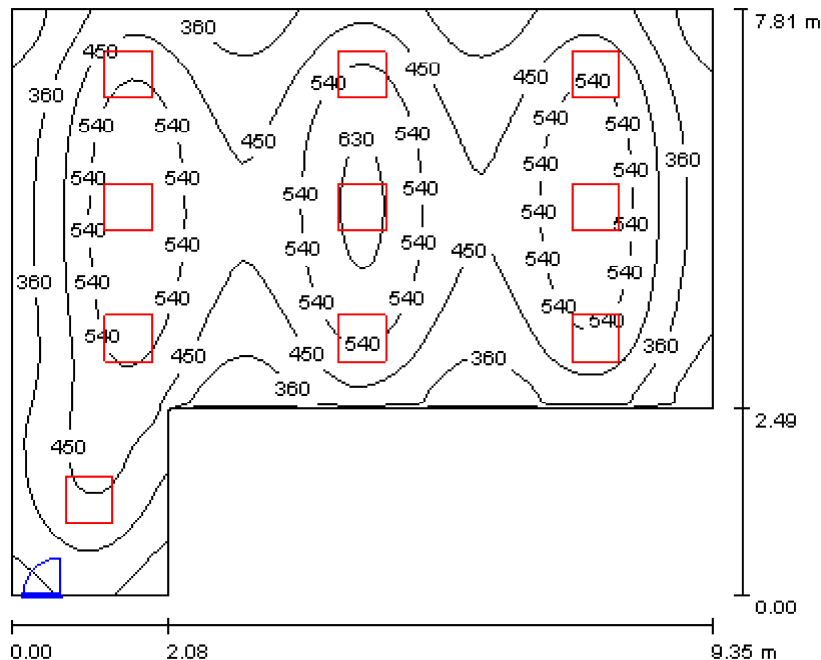
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	326	75	402	/	/
Suelo	260	81	341	20	22
Techo	0.00	78	78	70	17
Pared 1	123	74	196	50	31
Pared 2	109	74	183	50	29
Pared 3	123	74	196	50	31
Pared 4	107	74	182	50	29

Simetrías en el plano útil	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.561 (1:2)	Pared izq	17	17	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.426 (1:2)	Pared inferior (CIE, SHR = 0.25.)	18	18	

Valor de eficiencia energética:  $11.51 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $36.24 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de reuniones / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	455	204	653	0.450
Suelo	20	394	215	523	0.546
Techo	70	87	43	108	0.487
Paredes (6)	50	212	83	471	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			36720	54000	695.0

Valor de eficiencia energética:  $12.64 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $54.97 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de reuniones / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 36720 lm  
Potencia total: 695.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	373	82	455	/	/
Suelo	308	86	394	20	25
Techo	0.00	87	87	70	19
Pared 1	148	83	231	50	37
Pared 2	122	82	204	50	32
Pared 3	100	80	180	50	29
Pared 4	108	84	192	50	31
Pared 5	140	82	223	50	35
Pared 6	116	83	200	50	32

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.450 (1:2)

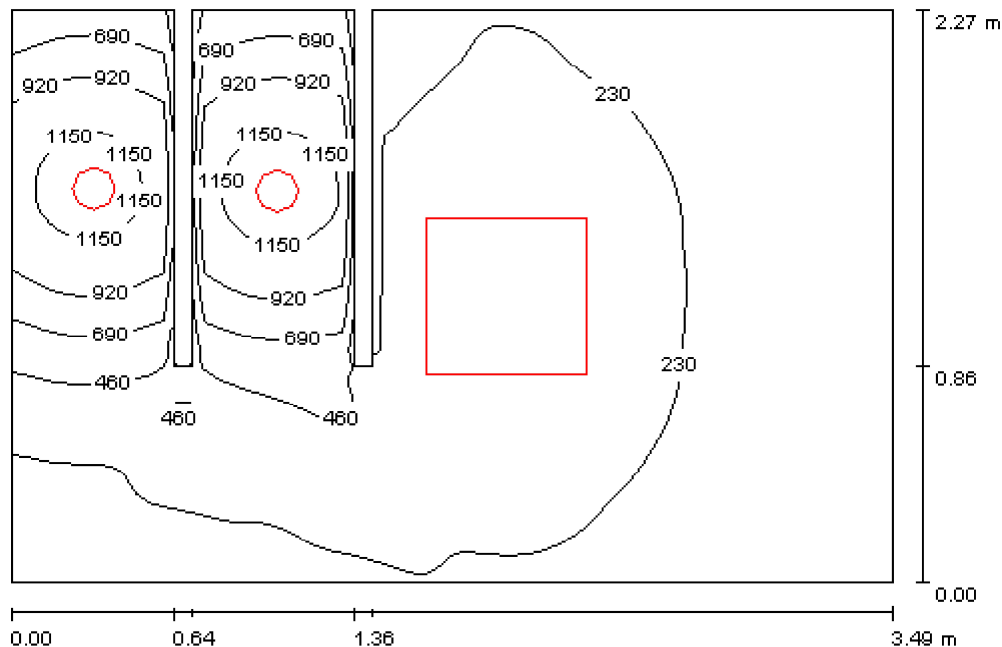
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.313 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $12.64 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $54.97 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicos 3 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	400	114	1245	0.284
Suelo	20	270	108	632	0.400
Techo	70	71	29	140	0.407
Paredes (13)	50	188	55	1242	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36 (1.000)	2569	2569	61.0
2	1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			8095	9188	174.5

Valor de eficiencia energética:  $22.57 \text{ W/m}^2 = 5.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.73 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicos 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 8095 lm  
Potencia total: 174.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	316	84	400	/	/
Suelo	201	68	270	20	17
Techo	0.00	71	71	70	16
Pared 1	47	59	106	50	17
Pared 2	77	58	136	50	22
Pared 3	135	57	192	50	31
Pared 4	0.00	68	68	50	11
Pared 5	166	121	286	50	46
Pared 6	98	115	212	50	34
Pared 7	157	125	282	50	45
Pared 8	0.00	61	61	50	9.64
Pared 9	162	121	284	50	45
Pared 10	100	113	213	50	34
Pared 11	144	117	261	50	42
Pared 12	19	71	90	50	14
Pared 13	69	68	136	50	22

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.284 (1:4)

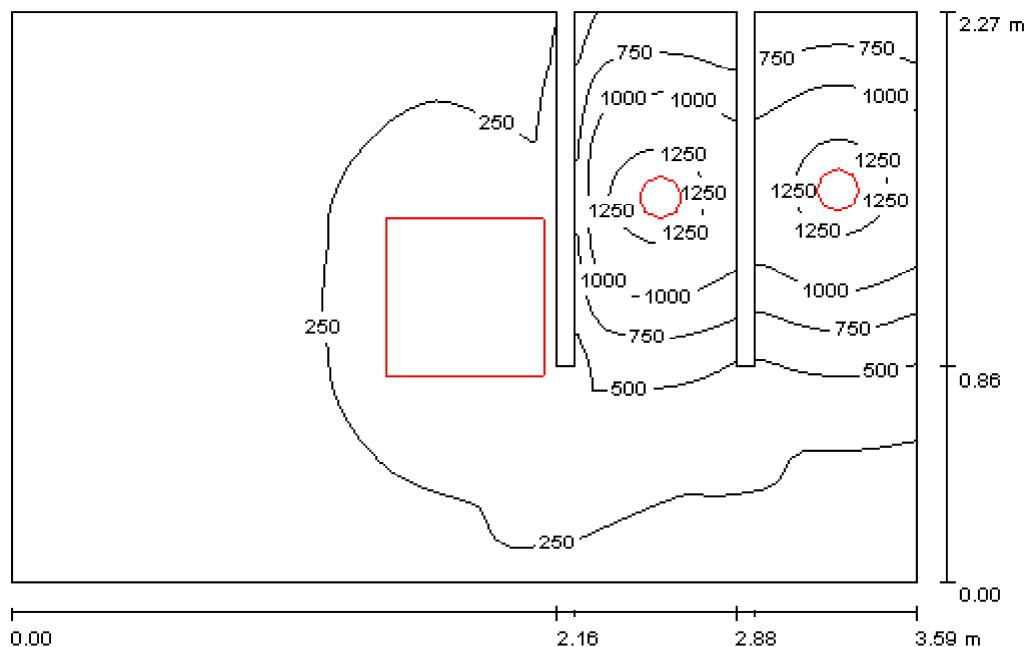
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.091 (1:11)

Valor de eficiencia energética:  $22.57 \text{ W/m}^2 = 5.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.73 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicas 3 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	387	104	1331	0.269
Suelo	20	262	97	655	0.369
Techo	70	66	20	278	0.302
Paredes (14)	50	185	51	1633	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips ST520B 1xSLED3200/930 36 (1.000)	2569	2569	61.0
2	1	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			8095	9188	174.5

Valor de eficiencia energética:  $21.92 \text{ W/m}^2 = 5.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.96 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## aseo chicas 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 8095 lm  
Potencia total: 174.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	306	81	387	/	/
Suelo	196	66	262	20	17
Techo	0.00	66	66	70	15
Pared 1	31	50	81	50	13
Pared 2	73	70	144	50	23
Pared 3	108	104	212	50	34
Pared 4	98	113	210	50	33
Pared 5	159	121	280	50	45
Pared 6	0.00	60	60	50	9.61
Pared 7	164	121	285	50	45
Pared 8	91	111	202	50	32
Pared 9	156	121	276	50	44
Pared 10	0.00	68	68	50	11
Pared 11	166	53	219	50	35
Pared 12	90	59	149	50	24
Pared 13	31	51	82	50	13
Pared 14	37	57	94	50	15

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.269 (1:4)

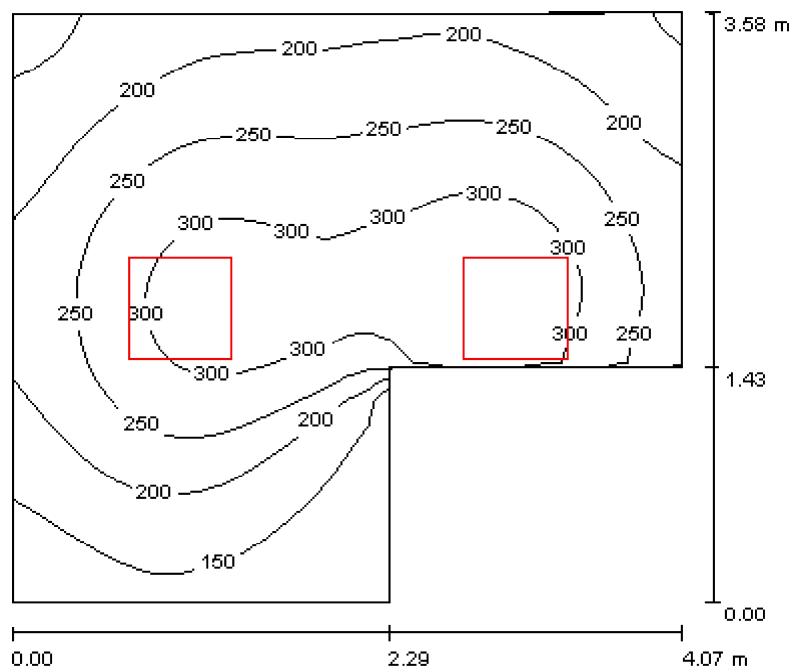
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.078 (1:13)

Valor de eficiencia energética:  $21.92 \text{ W/m}^2 = 5.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.96 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## hall 2ª planta / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:46

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	233	101	342	0.435
Suelo	20	171	95	222	0.555
Techo	70	53	26	322	0.486
Paredes (9)	50	130	40	1824	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			5913	8100	105.0

Valor de eficiencia energética:  $8.75 \text{ W/m}^2 = 3.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.00 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## hall 2ª planta / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 5913 lm  
Potencia total: 105.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	175	58	233	/	/
Suelo	117	54	171	20	11
Techo	0.00	53	53	70	12
Pared 1	41	40	81	50	13
Pared 2	49	44	92	50	15
Pared 3	43	44	87	50	14
Pared 4	183	59	242	50	39
Pared 5	103	65	168	50	27
Pared 6	52	59	111	50	18
Pared 7	67	60	126	50	20
Pared 8	44	44	88	50	14
Pared 9	70	46	116	50	18

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.435 (1:2)

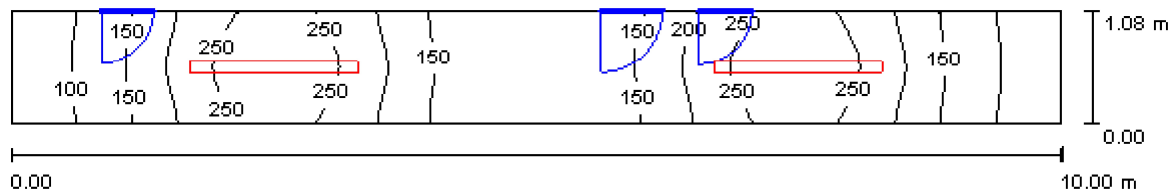
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.296 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $8.75 \text{ W/m}^2 = 3.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.00 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 1 2ª planta / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:72

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	177	76	288	0.427
Suelo	20	120	72	157	0.599
Techo	70	120	34	352	0.281
Paredes (4)	50	156	37	981	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 8 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			7860	10480	110.0

Valor de eficiencia energética:  $10.24 \text{ W/m}^2 = 5.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.74 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 1 2ª planta / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7860 lm  
Potencia total: 110.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	101	77	177	/	/
Suelo	66	54	120	20	7.64
Techo	29	91	120	70	27
Pared 1	24	46	70	50	11
Pared 2	96	73	168	50	27
Pared 3	24	46	70	50	11
Pared 4	91	71	162	50	26

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.427 (1:2)

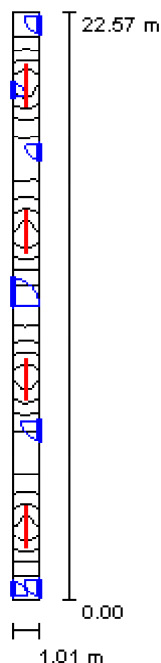
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.263 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $10.24 \text{ W/m}^2 = 5.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.74 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 2 2ª planta / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:291

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	156	55	282	0.349
Suelo	20	113	60	165	0.529
Techo	70	110	29	384	0.259
Paredes (4)	50	147	32	1020	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 16 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			15720	20960	220.0

Valor de eficiencia energética:  $9.61 \text{ W/m}^2 = 6.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.89 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 2 2ª planta / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 15720 lm  
Potencia total: 220.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	92	64	156	/	/
Suelo	63	50	113	20	7.19
Techo	26	84	110	70	25
Pared 1	18	37	56	50	8.85
Pared 2	87	66	153	50	24
Pared 3	18	36	54	50	8.64
Pared 4	84	65	149	50	24

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.349 (1:3)

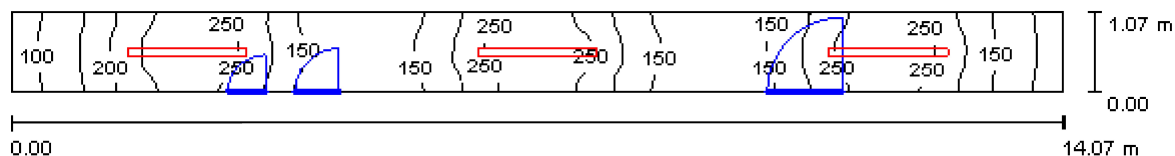
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.194 (1:5)

Valor de eficiencia energética:  $9.61 \text{ W/m}^2 = 6.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.89 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## pasillo 3 2ª planta / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	189	85	295	0.450
Suelo	20	131	82	167	0.624
Techo	70	128	42	342	0.328
Paredes (5)	50	168	42	965	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 16 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TCW216 1xTL-D58W HFP (1.000)	3930	5240	55.0
Total:			11790	15720	165.0

Valor de eficiencia energética:  $10.95 \text{ W/m}^2 = 5.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.07 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### pasillo 3 2ª planta / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11790 lm  
Potencia total: 165.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	109	80	189	/	/
Suelo	72	59	131	20	8.34
Techo	31	97	128	70	28
Pared 1	102	76	177	50	28
Pared 2	28	51	79	50	13
Pared 3	91	74	165	50	26
Pared 4	115	79	194	50	31
Pared 5	28	50	78	50	12

Simetrías en el plano útil

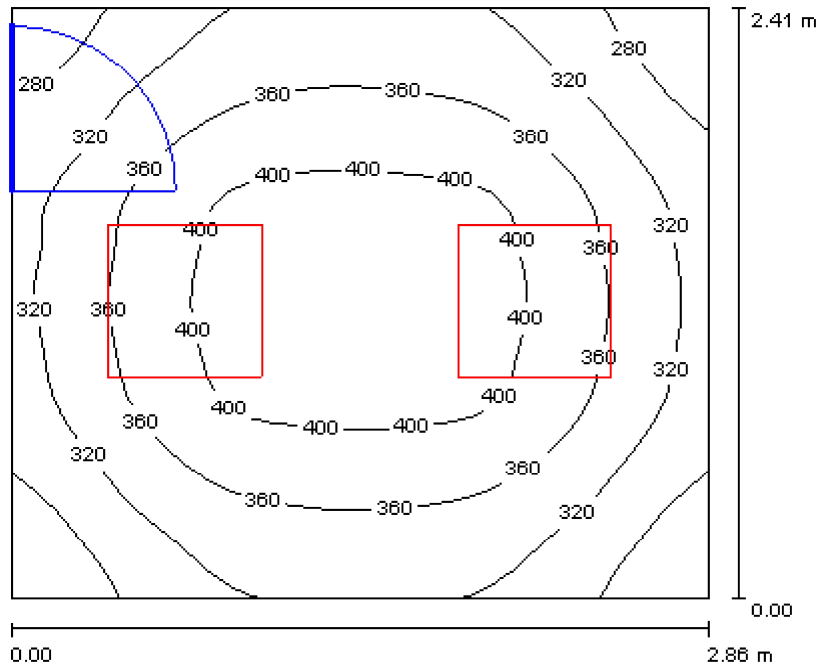
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.450 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.287 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $10.95 \text{ W/m}^2 = 5.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.07 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de espera 2ª planta / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	350	242	423	0.691
Suelo	20	243	191	279	0.788
Techo	70	102	74	143	0.724
Paredes (4)	50	216	95	515	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS162 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	2957	4050	52.5
Total:			5913	8100	105.0

Valor de eficiencia energética:  $15.23 \text{ W/m}^2 = 4.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.90 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## sala de espera 2ª planta / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 5913 lm  
Potencia total: 105.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	243	107	350	/	/
Suelo	151	92	243	20	15
Techo	0.00	102	102	70	23
Pared 1	123	89	212	50	34
Pared 2	125	90	215	50	34
Pared 3	125	90	215	50	34
Pared 4	132	90	222	50	35

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.691 (1:1)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.573 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $15.23 \text{ W/m}^2 = 4.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.90 \text{ m}^2$ )



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANOS

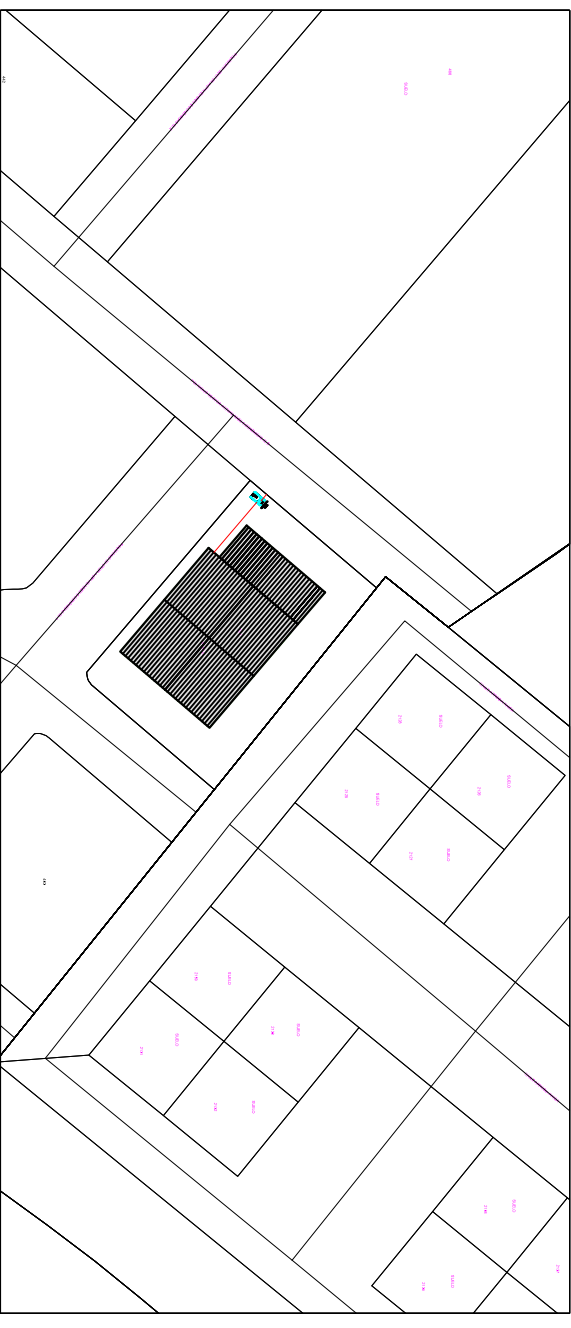
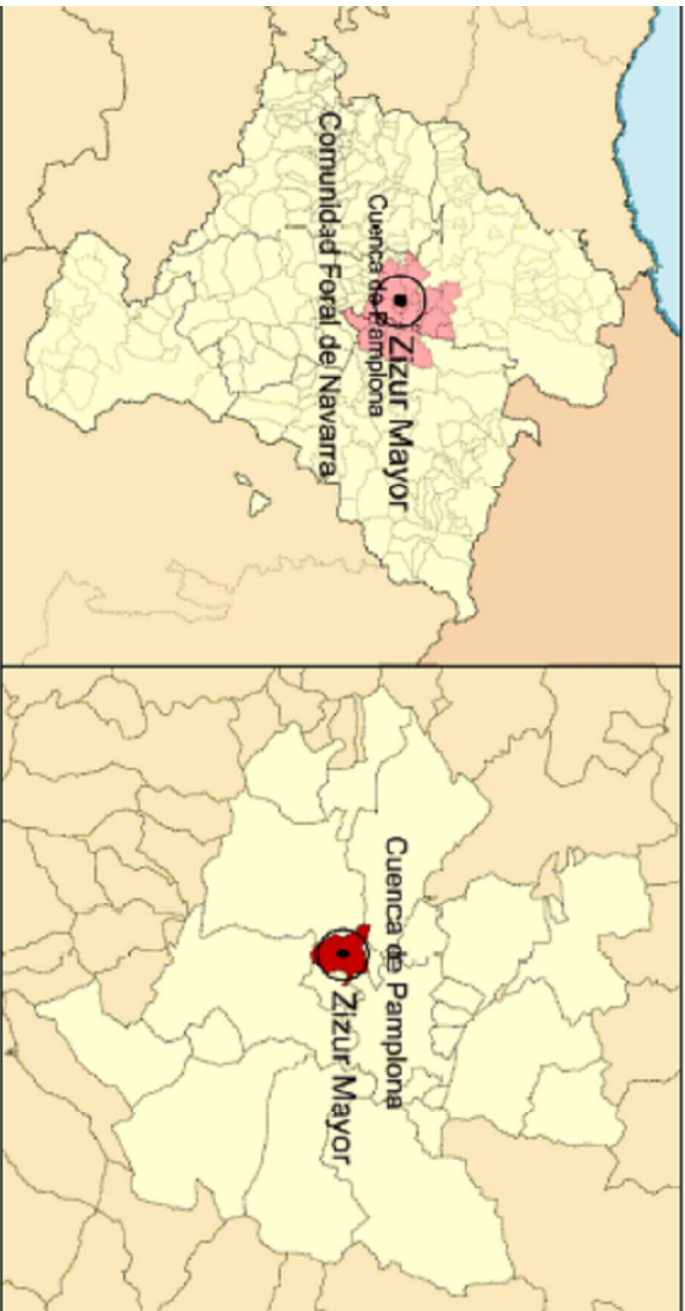
Pablo Ayarra Larreta


Jose Javier Crespo Ganuza

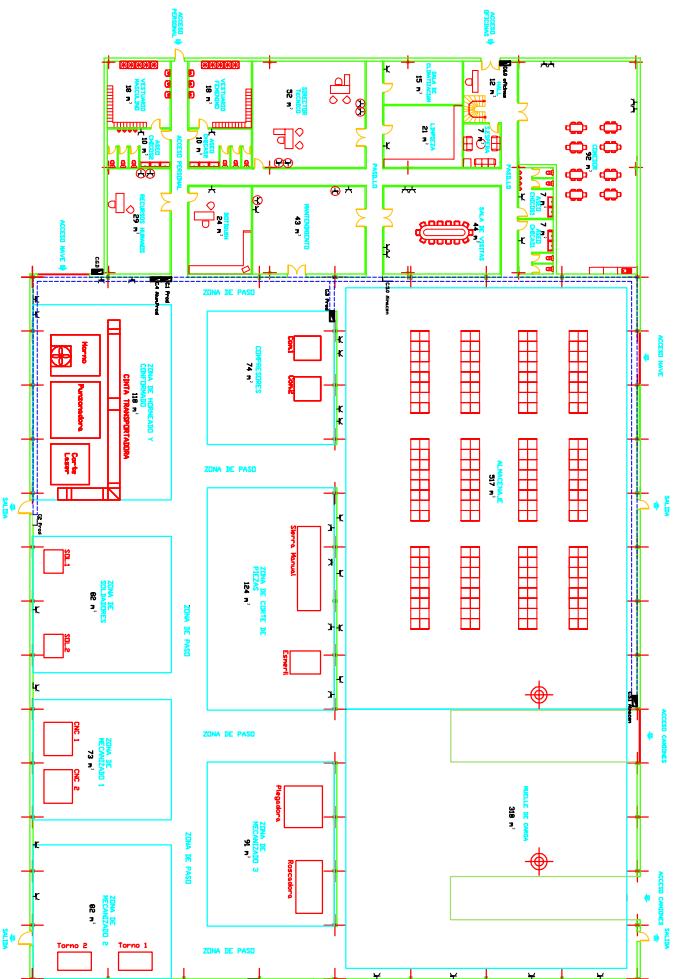
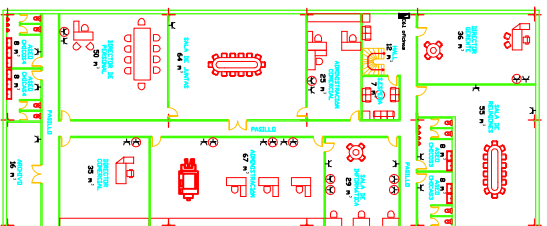
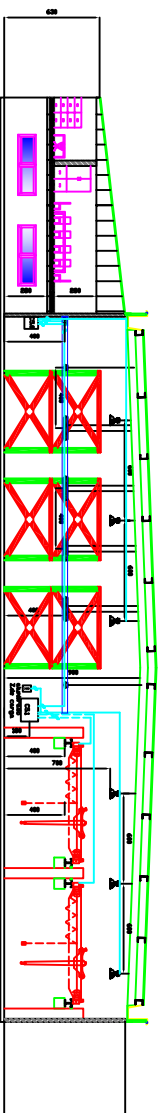
Pamplona, 14/11/2013

### 3. PLANOS


- 01 SITUACIÓN
- 02 DISTRIBUCIÓN DE LA NAVE, CUADROS, TOMAS DE CORRIENTE
- 03 EDIFICIO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 04 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN INTERIOR
- 05 ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 06 TIERRAS INSTALACIÓN
- 07 UNIFILAR CGD
- 08 UNIFILAR C1
- 09 UNIFILAR C2
- 10 UNIFILAR C3
- 11 UNIFILAR C4
- 12 ESQUEMA DE FUERZA ALUMBRADO DE PRODUCCIÓN
- 13 UNIFILAR C5.0
- 14 ESQUEMA DE FUERZA ALUMBRADO DE ALMACEN
- 15 UNIFILAR C5.1
- 16 ESQUEMA DE FUERZA ALUMBRADO DE CARGA
- 17 UNIFILAR C6.0
- 18 UNIFILAR C6.1



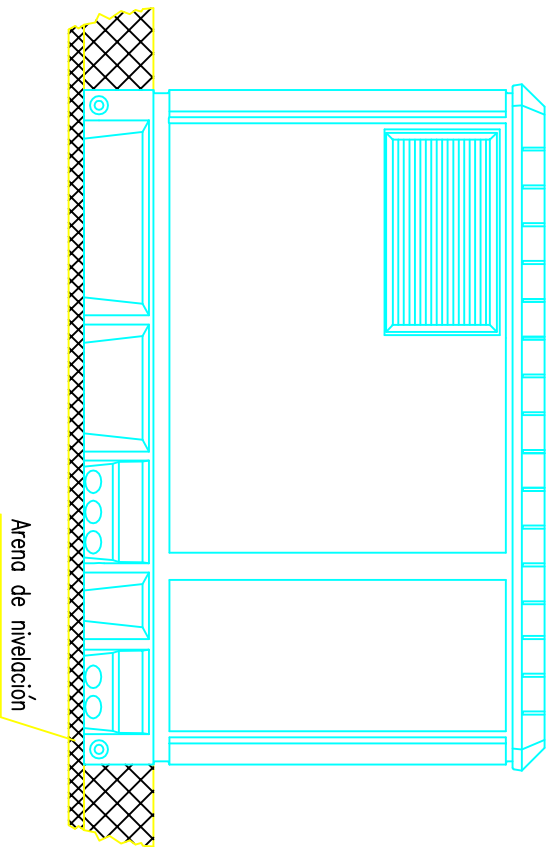
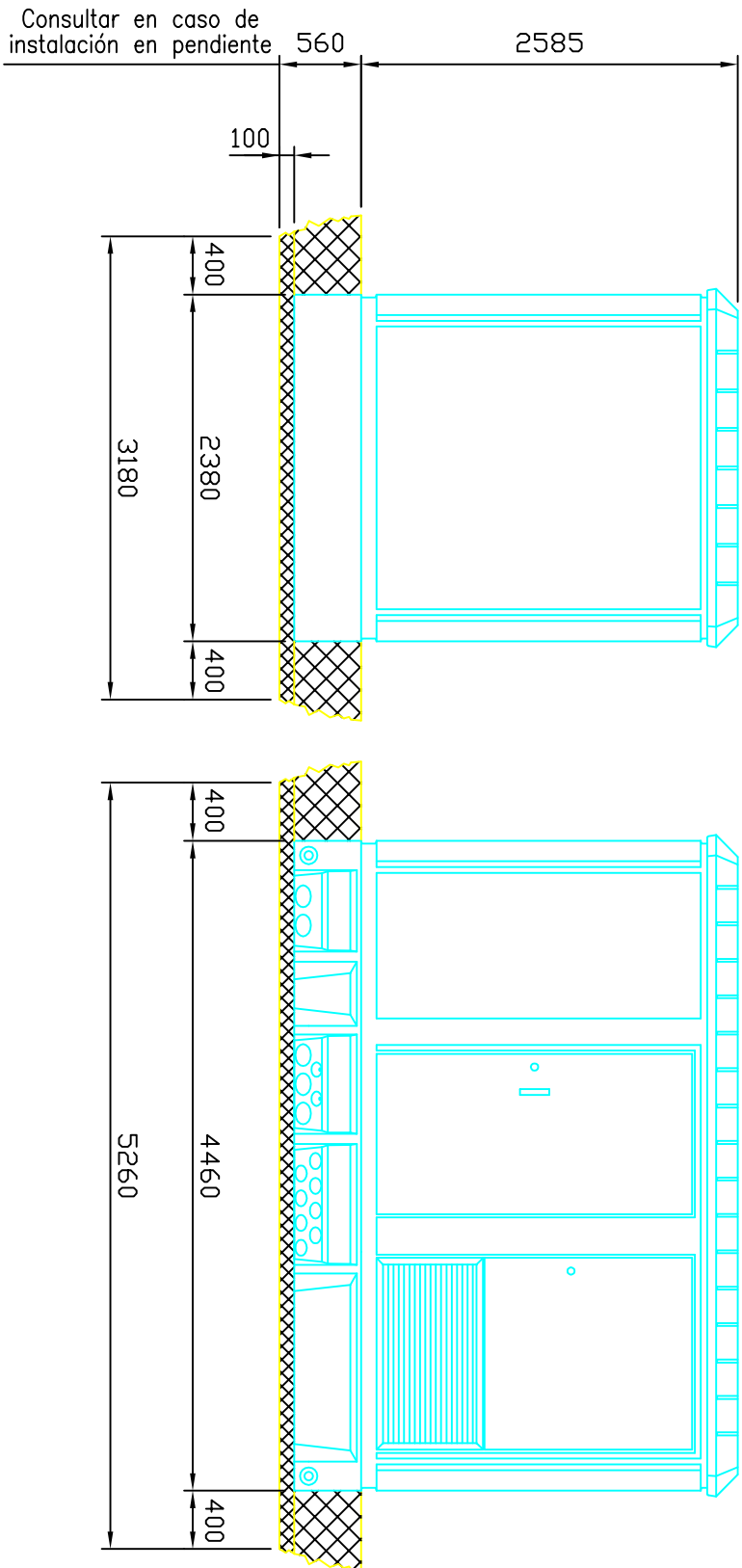
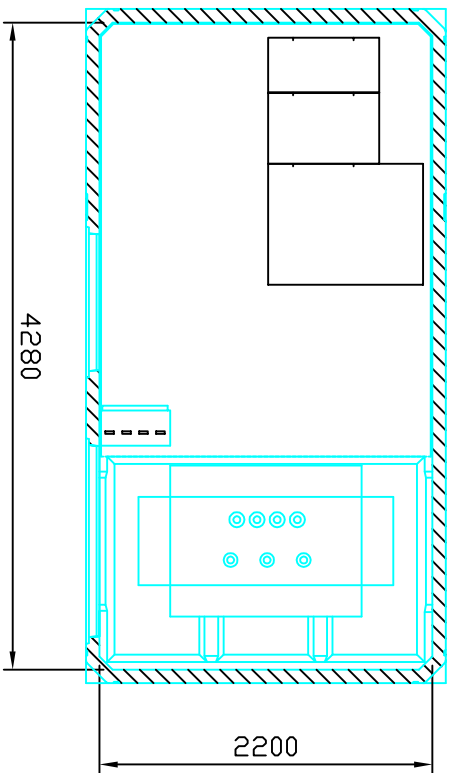
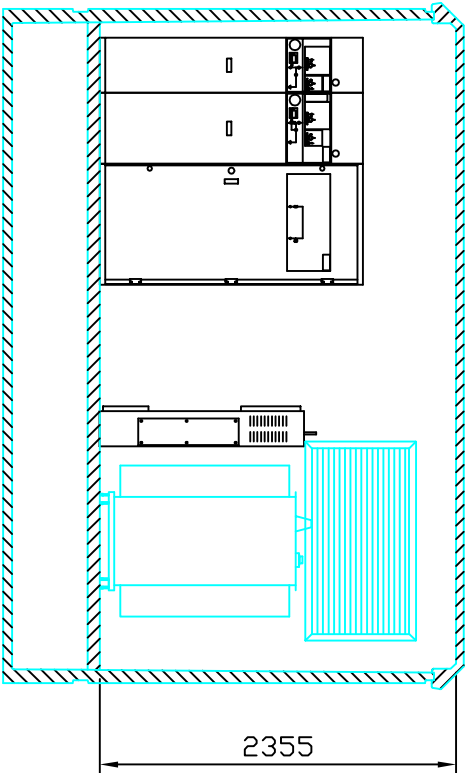
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:  <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	REALIZADO:  <b>Ayarra Larreta Pablo</b>		
PLANO:  <b>SITUACIÓN</b>	FIRMA:	FECHA: <b>10/2013</b>	ESCALA: <b>S/E</b>
N <sup>o</sup> PLANO: <b>1</b>			



	Cableado		
	Tomas de corriente informáticas		Tomas de corriente monofásicas
	Tomas de corriente trifásicas		Tomas de corriente informáticas
			Cuadros eléctricos
			Punto de conexión puentes grúa


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>		
PROYECTO:  <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>			REALIZADO:  <b>Ayarra Larreta Pablo</b>
PLANO:  <b>DISTRIBUCIÓN DE LA NAVE</b>	FIRMA:		
	FECHA: <b>10/2013</b>	ESCALA: <b>1:500</b>	Nº PLANO: <b>2</b>





DIMENSIONES DE LA EXCAVACION

5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

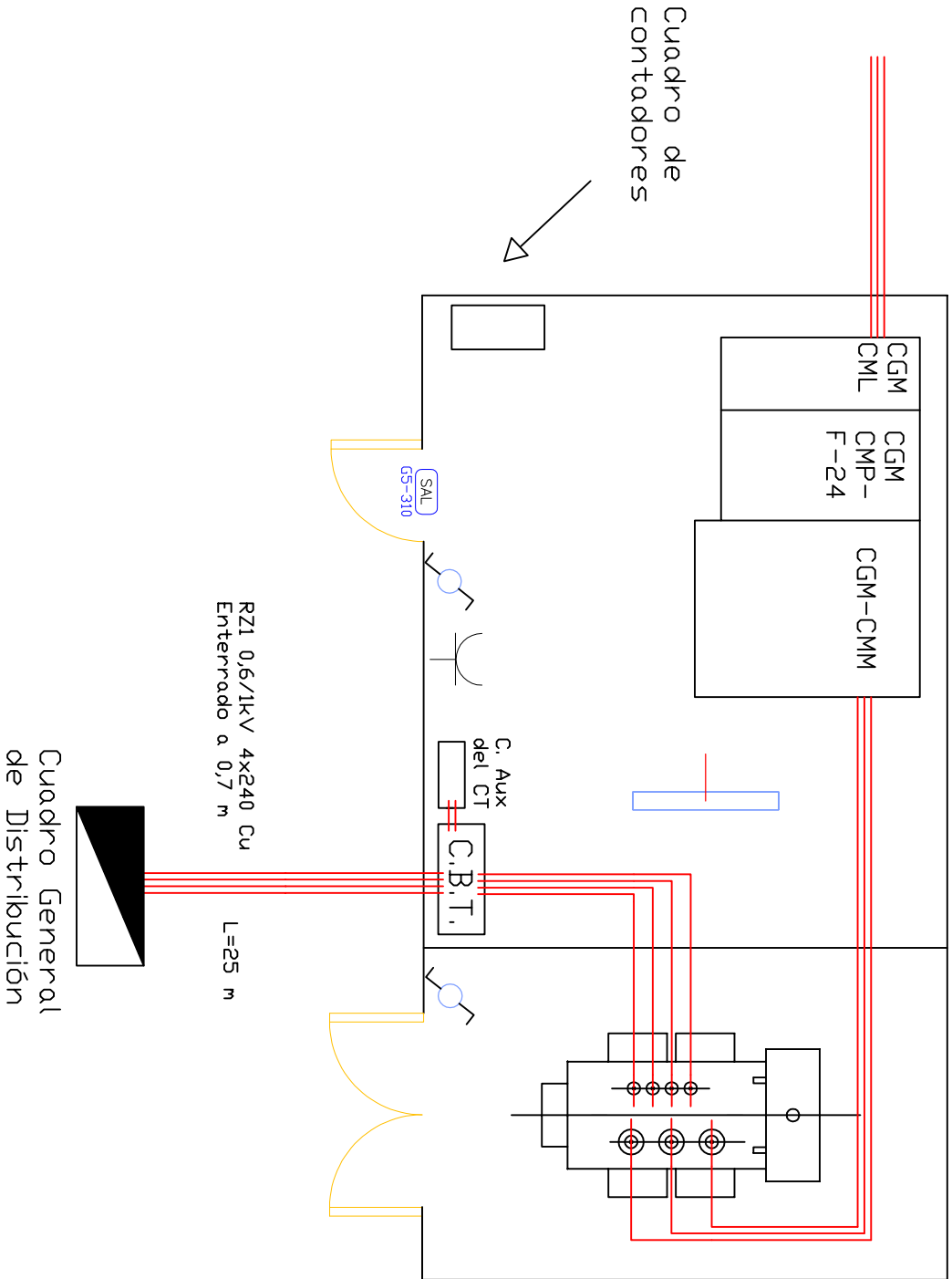
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		REALIZADO: <b>Ayarra Larreta Pablo</b>
PLANO: <b>DETALLE EXCAVACION, REJILLAS Y COTAS DEL CT</b>		FIRMA:
		FECHA: 10/2013
		ESCALA: 1:20
		Nº PLANO: 3



Línea de Media tensión  
13,2KV; IBERDROLA  
Subterránea


CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO


Dimensiones exteriores Planta: 4460 x 2380



CGM-CML: Celda de línea  
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible  
CGM-CMM: Celda de medida

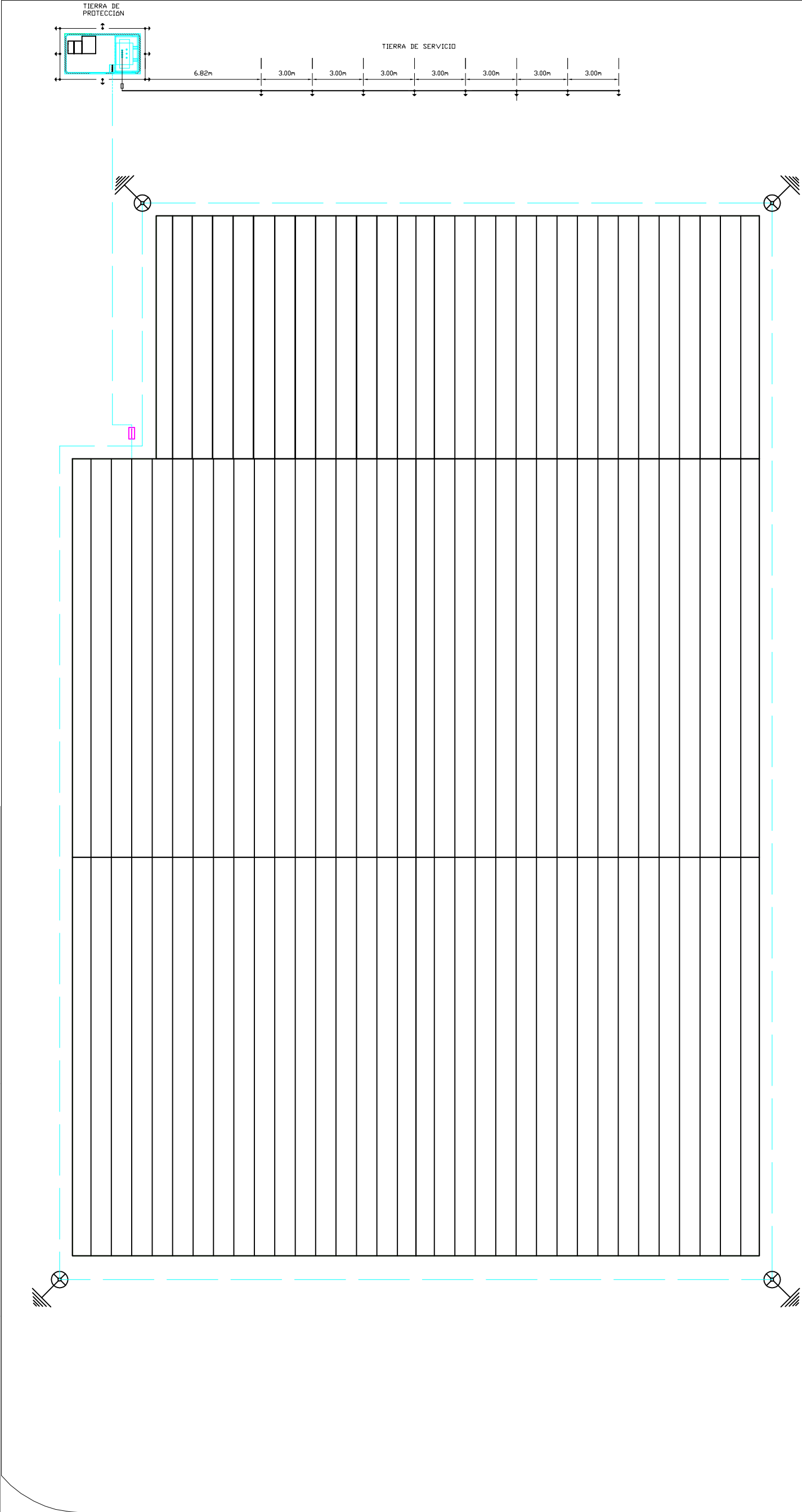
	Toma monofásica
	Luminaria Philips Mazda TCS097 1xTL-D58W HFP
	Interruptor comutado
	Alumbrado de emergencia
	Cuadro General de Distribución

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:	
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>		<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
PROYECTO:  <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>			REALIZADO:  <b>Ayarra Larreta Pablo</b>	
FIRMA:				
PLANO:  <b>DISTRIBUCIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO	
	10/2013	S/E	4	



Todos los derechos reservados





Interruptor diferencial

- At Calibre
- Ka Poder de corte
- Número de polos

Interruptor magnetotérmico

- At Calibre
- Ka Poder de corte
- Número de polos
- Curva

CAJA DE MEDICIÓN Y SECCIONAMIENTO DE PUESTA A TIERRA QUE UNE EL ANILLO DE TIERRA CON EL CAMP DE BT

GRAPAS PARA CONEXIÓN PICA-CONDUCTOR

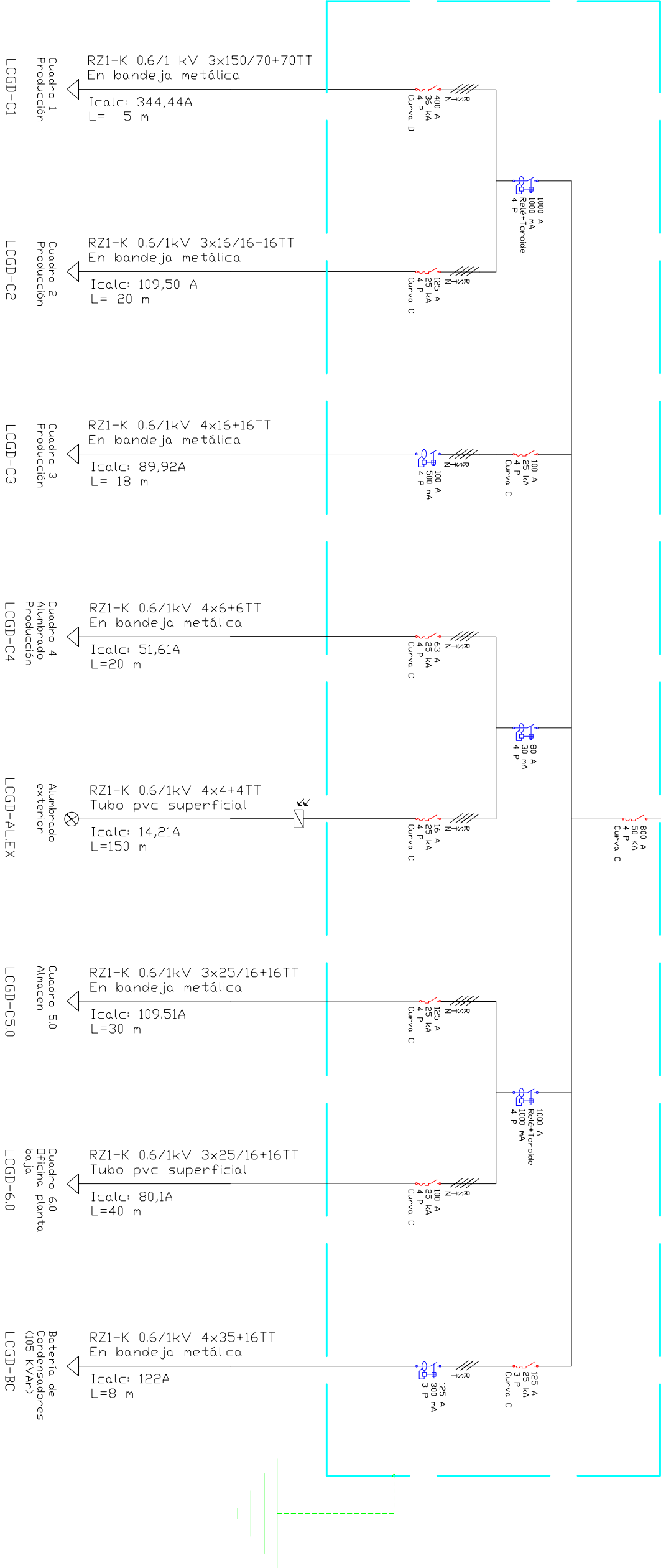
PICA DE 2 m DE LONGITUD Y 14 mm DE DIÁMETRO

CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50 mm<sup>2</sup> ENTERRADO A 0,8 m DE PROFUNDIDAD

<div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>	<div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO: Ayarra Larreta Pablo</div>		
<div>PLANO: DISTRIBUCIÓN DE LAS PUESTAS A TIERRA</div>		<div>FECHA: 10/2013</div>	<div>ESCALA: 1:250</div>	<div>Nº PLANOS: 6</div>

CUADRO DE BT DEL CT

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN



Interruptor diferencial

-

Ai Calibre de corte

-

Número de polos

-

Interrupción magnetotérmica

-

Ai Calibre de corte

-

Número de polos

-

Curva

Cableado

-

Tomas de corriente trifásicas

-

Tomas de corriente monofásicas

Cuadros eléctricos

-

CABLE DE CABLE DESNUDO DE 50 mm<sup>2</sup> ENTERRADO A 0,8 m DE PROFUNDIDAD

-

Bandeja metálica porta cable

Fotocélula regulable

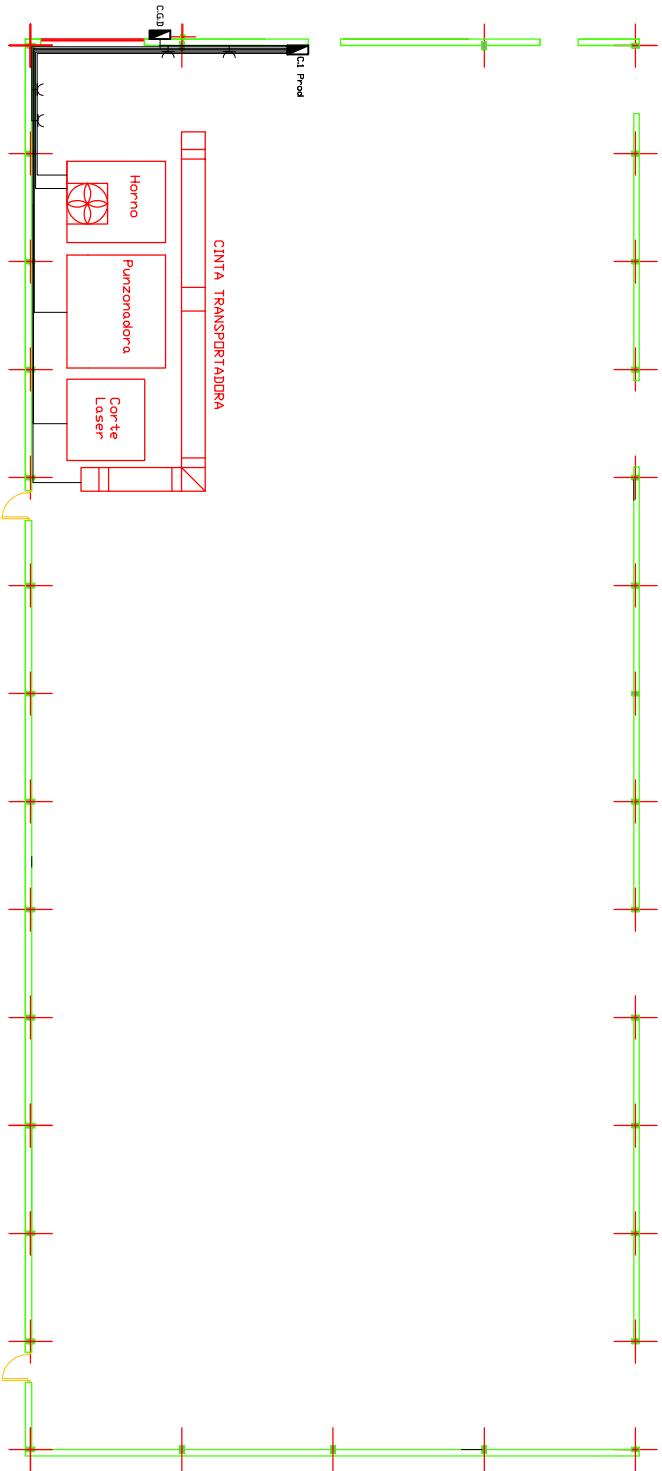
-

GRAPAS PARA CONEXIÓN PICA-CONDUCTOR

-

PICA DE 2 m DE LONGITUD Y 14 mm DE DIÁMETRO

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>				<div><div>REALIZADO:</div><div>Ayarra Larreta Pablo</div></div>	
<div>PLANO:</div> <div>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL</div>				<div><div>FECHA:</div><div>10/2013</div></div> <div><div>ESCALA:</div><div>S/E</div></div> <div><div>Nº PLANO:</div><div>7</div></div>	



- Interruptor diferencial
- Ai: Calibre
  - KA: Poder de corte
  - Numero de polos

- Interruptor magnetotérmico:
- Ai: Calibre
  - KA: Poder de corte
  - Numero de polos
  - Curva

— Cableado

Ⓜ Máquinas

⋈ Tomas de corriente trifásicas

⋈ Tomas de corriente monofásicas

■ Cuadros eléctricos

— Tierra

## CUADRO C1

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

RZ1-K 0.6/1kV 3x150/75+75TT  
Bajo tubo DN: 63 mm  
Icalc: 344,59A  
L = 5 m

400 A  
36 kA  
Curva C

125 A  
100 kA  
3 P

10 A  
20 kA  
3 P

100 A  
20 kA  
3 P

RZ1-K 0.6/1 kV 3x1,5+1,5TT  
Bajo tubo DN:16 mm  
Icalc: 10,42A  
L = 15 m

RZ1-K 0.6/1 kV 3x35/16+16TT  
Bajo tubo DN:40 mm  
Icalc: 110,29A  
L = 16 m

RZ1-K 0.6/1 kV 3x1,5+1,5TT  
Bajo tubo DN:16 mm  
Icalc: 10,9A  
L = 26 m

RZ1-K 0.6/1 kV 4x1,5+1,5TT  
Bajo tubo DN:16 mm  
Icalc: 9,2A  
L = 30 m

RZ1-K 0.6/1 kV 3x1,5+1,5TT  
Bajo tubo DN:16 mm  
Icalc: 16A  
L = 14 m

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

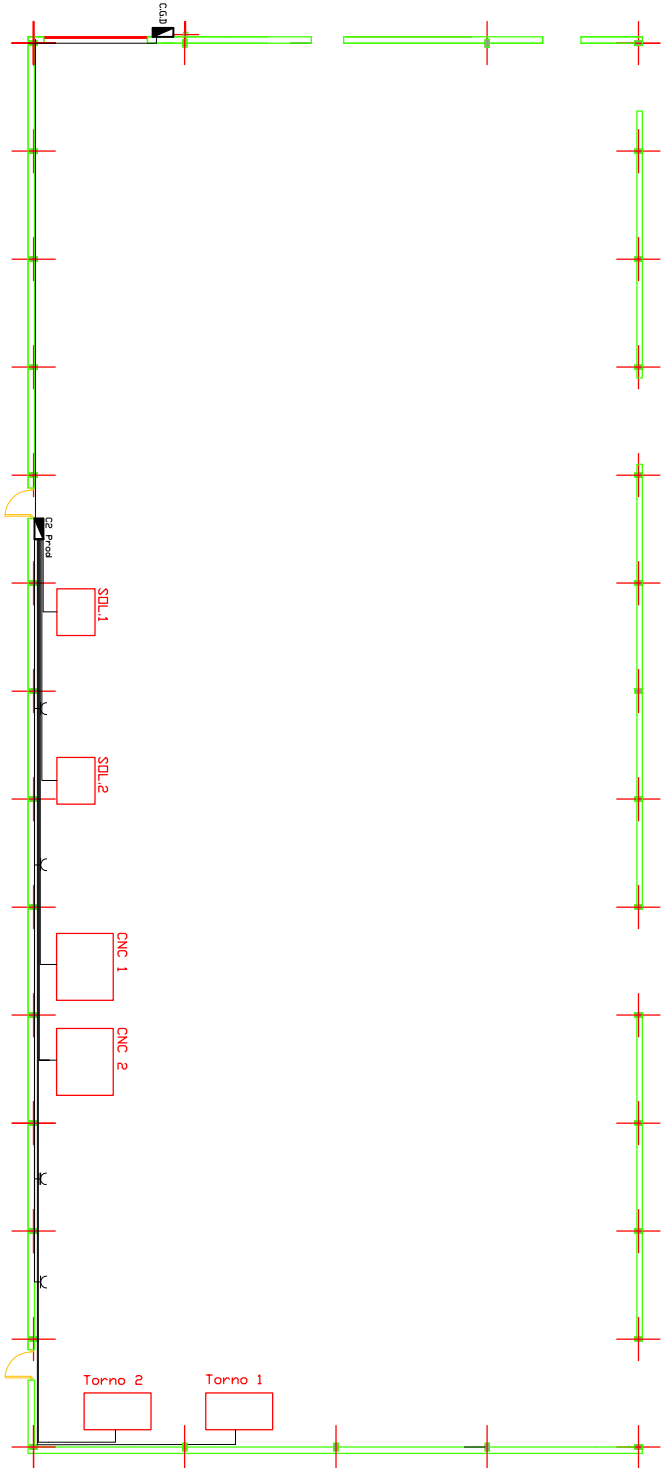
REALIZADO:

Ayarra Larreta Pablo

PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR CUADRO C1

FECHA: 10/2013  
ESCALA: S/E  
Nº PLANOS: 8



Interruptor diferencial

- Ai: Calibre
- KA: Poder de corte
- Numero de polos

Interruptor magnetotérmico:

- Ai: Calibre
- KA: Poder de corte
- Numero de polos
- Curva

— Cableado

Ⓜ Máquinas

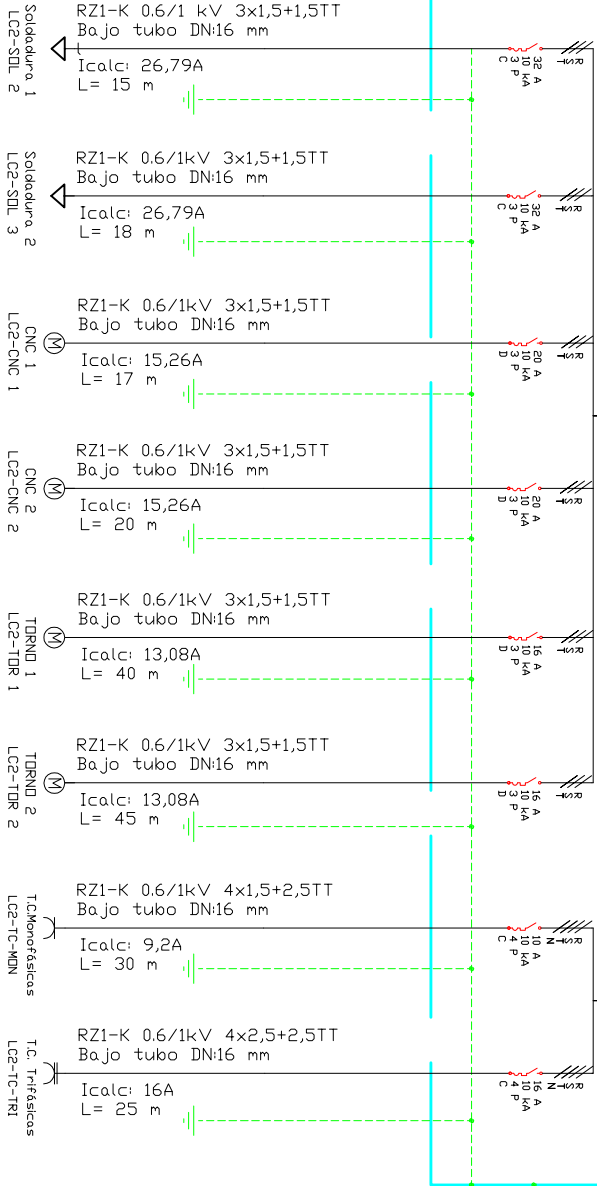
⚡ Tomas de corriente trifásicas

⚡ Tomas de corriente monofásicas

■ Cuadros eléctricos

— Tierra

## CUADRO C2



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.  
INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:  
DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:

Ayarra Larreta Pablo

FIRMA:

PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR CUADRO C2

FECHA:

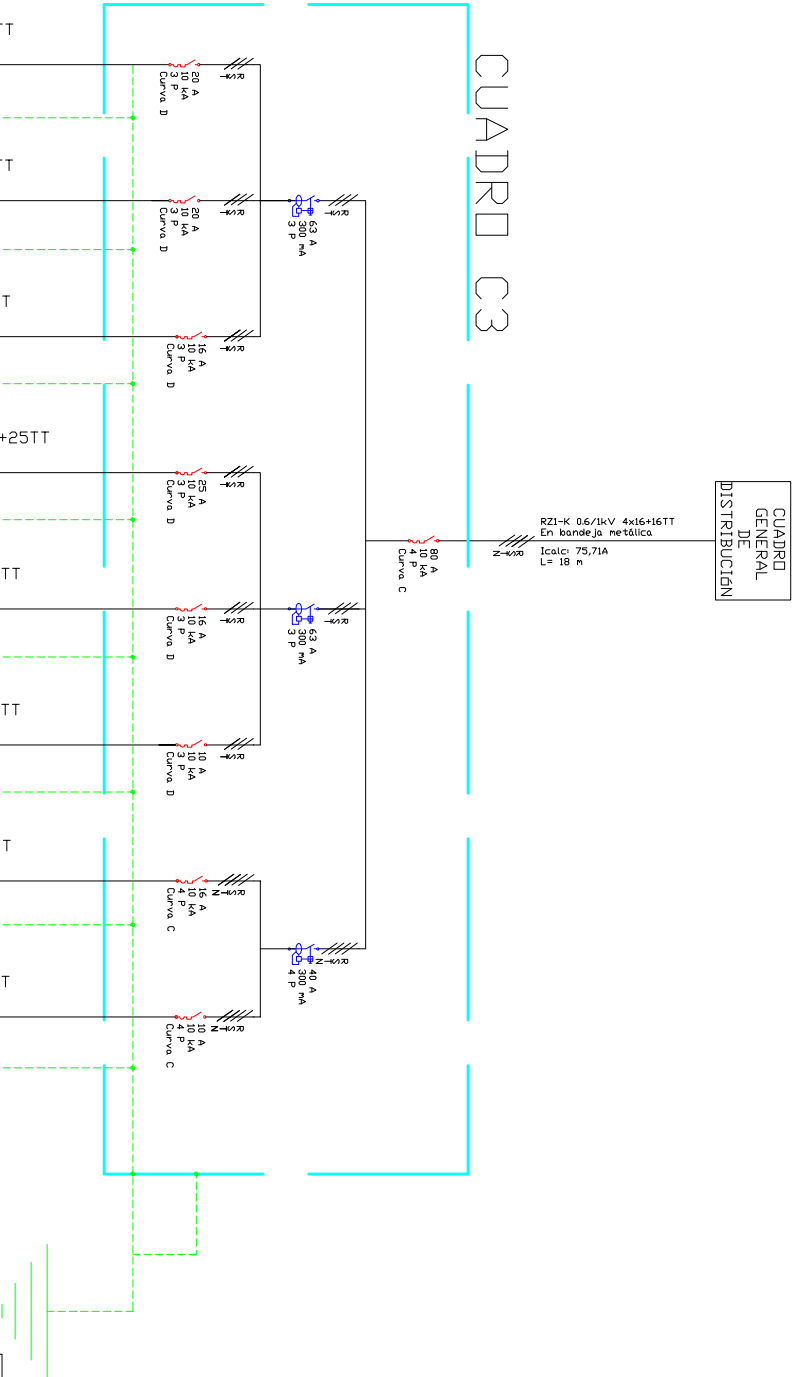
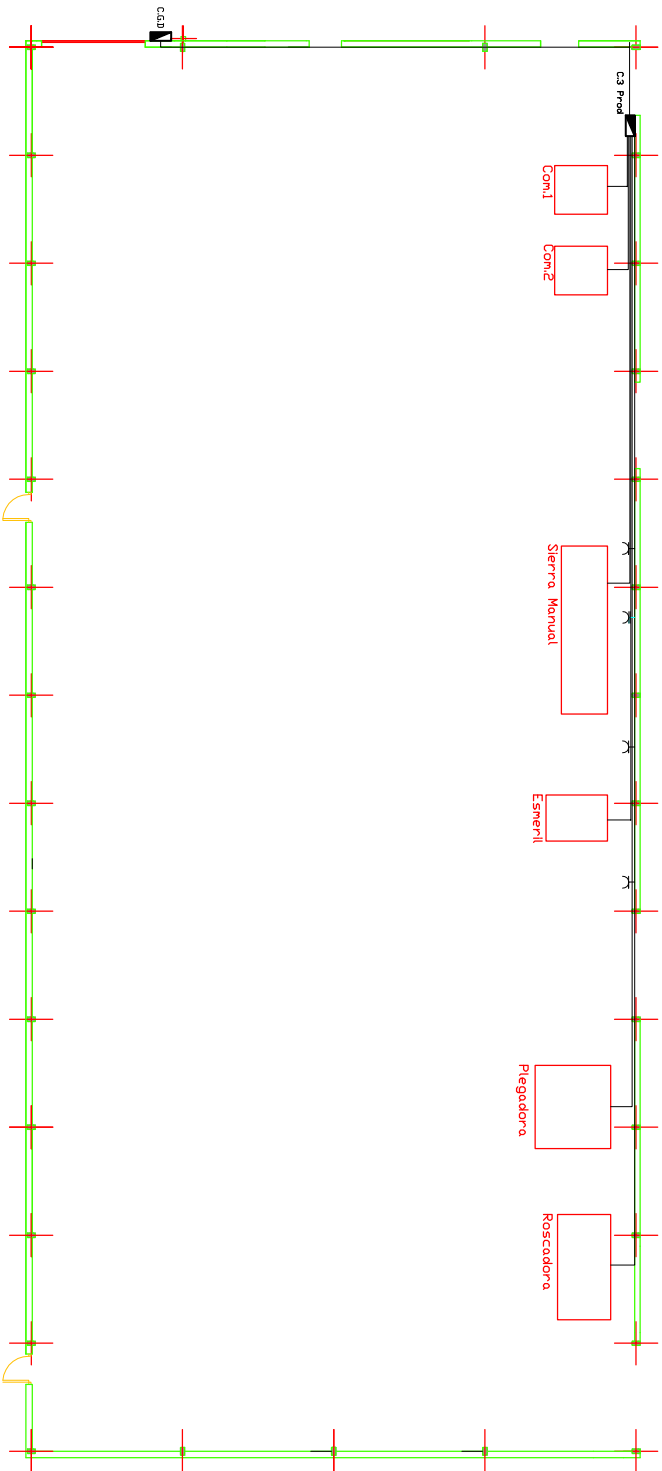
10/2013

ESCALA:

1:250

Nº PLANO:

9



Interruptor diferencial

- A: Calibre
- KA: Poder de corte
- Numero de polos

Interruptor magneto térmico:

- A: Calibre
- KA: Poder de corte
- Numero de polos
- Curva

Cableado

Máquinas

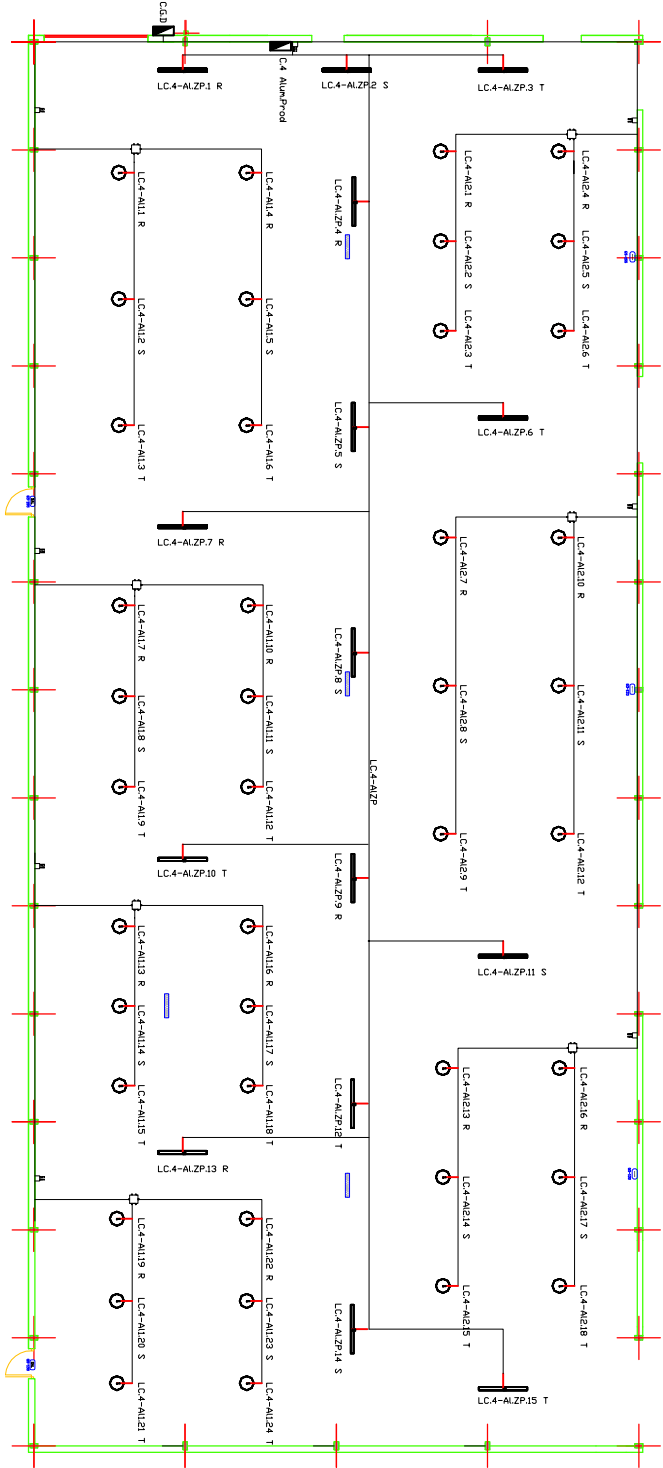
Tomas de corriente trifásicas

Tomas de corriente monofásicas

Cuadros eléctricos

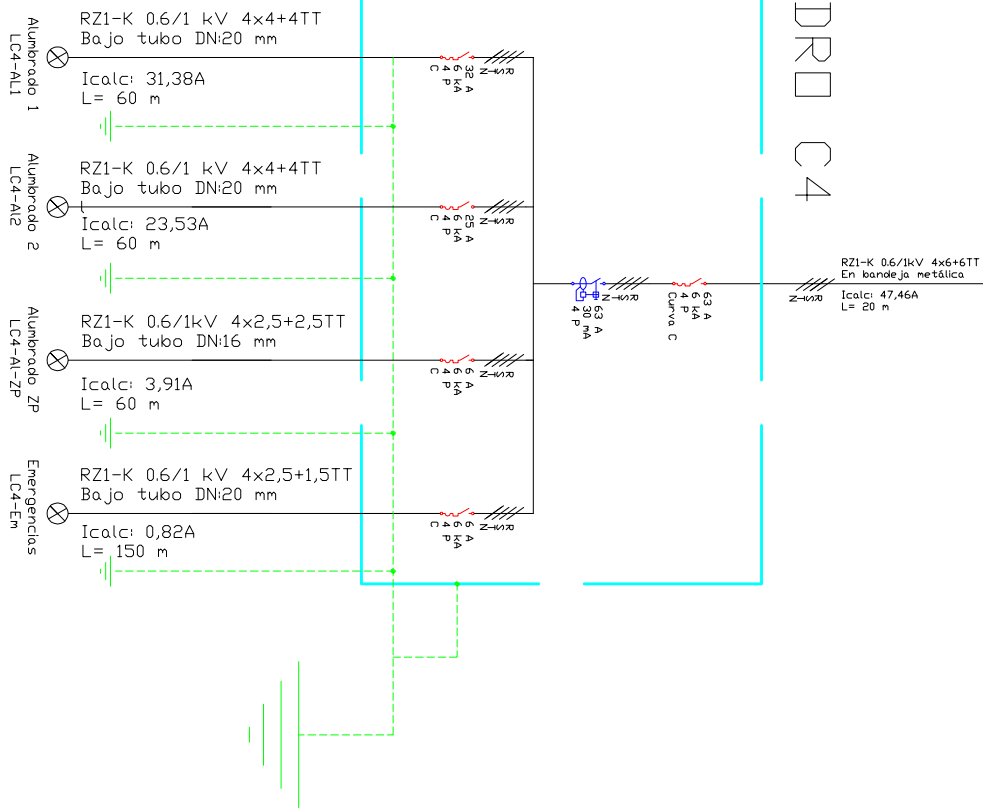
Tierra

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div><div>PROYECTO:</div><div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div></div>		<div><div>REALIZADO:</div><div>Ayarra Larreta Pablo</div></div>		<div><div>FIRMA:</div></div>	
<div><div>PLANO:</div><div>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO C3</div></div>		<div><div>FECHA:</div><div>10/2013</div></div>	<div><div>ESCALA:</div><div>1:250</div></div>	<div><div>Nº PLANOS</div><div>10</div></div>	



CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

CUADRO C4



Interruptor diferencial

- Ai: Calibre
- Ka: Poder de corte
- Numero de polos

Interruptor magneto térmico:

- Ai: Calibre
- Ka: Poder de corte
- Numero de polos
- Curva

— Cableado


Ⓜ Máquinas

⏚ Tomas de corriente trifásicas

⏚ Tomas de corriente monofásicas

■ Cuadros eléctricos

— Tierra

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

**Ayarra Larreta Pablo**

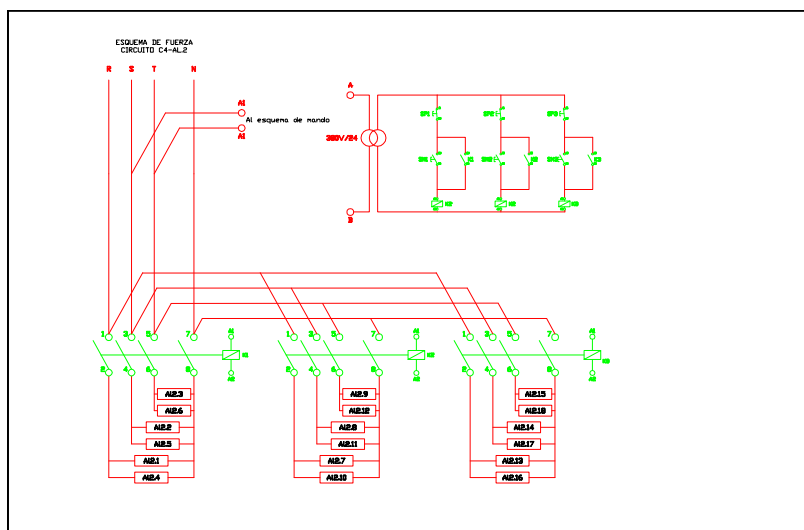
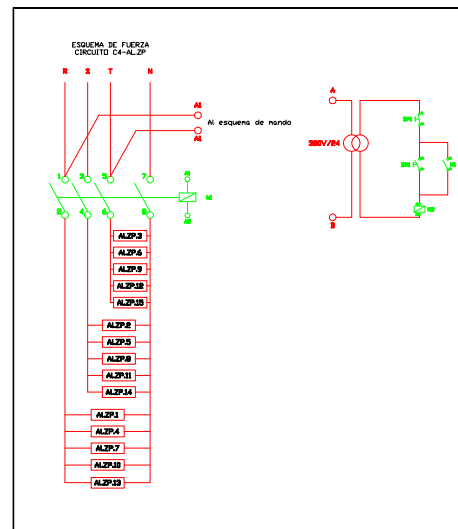
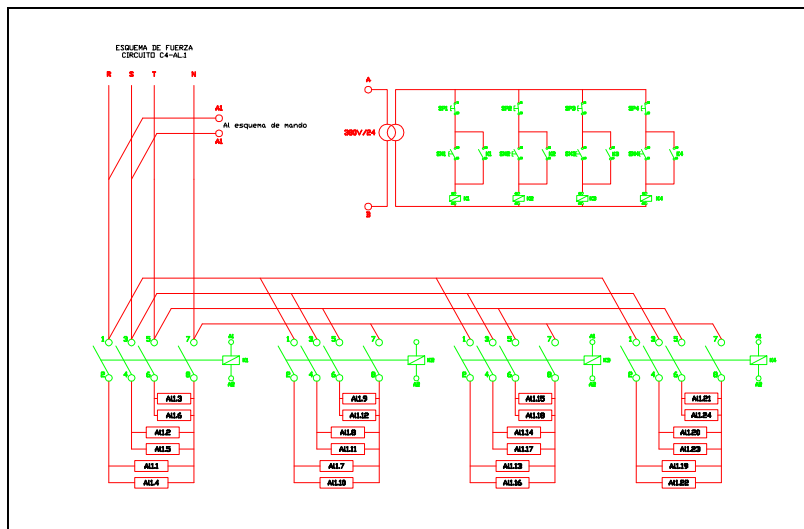
FIRMA:

PLANO:

**ESQUEMA UNIFILAR CUADRO C4**

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANOS
10/2013	1:250	1





Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
**INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

**Ayarra Larreta Pablo**

FIRMA:

PLANO:

**ESQUEMA FUERZA ALUMBRADO PRODUCCIÓN**

FECHA:

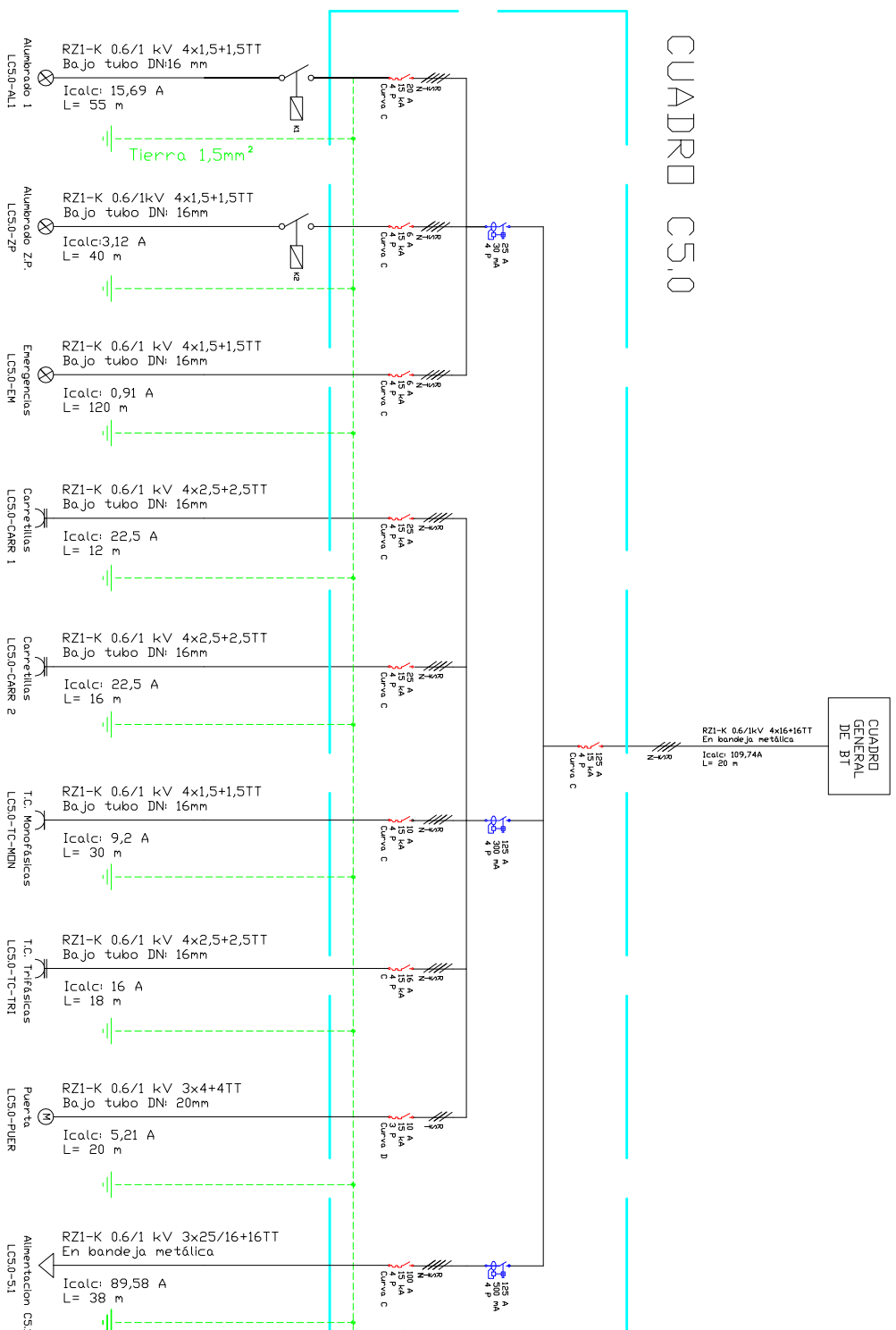
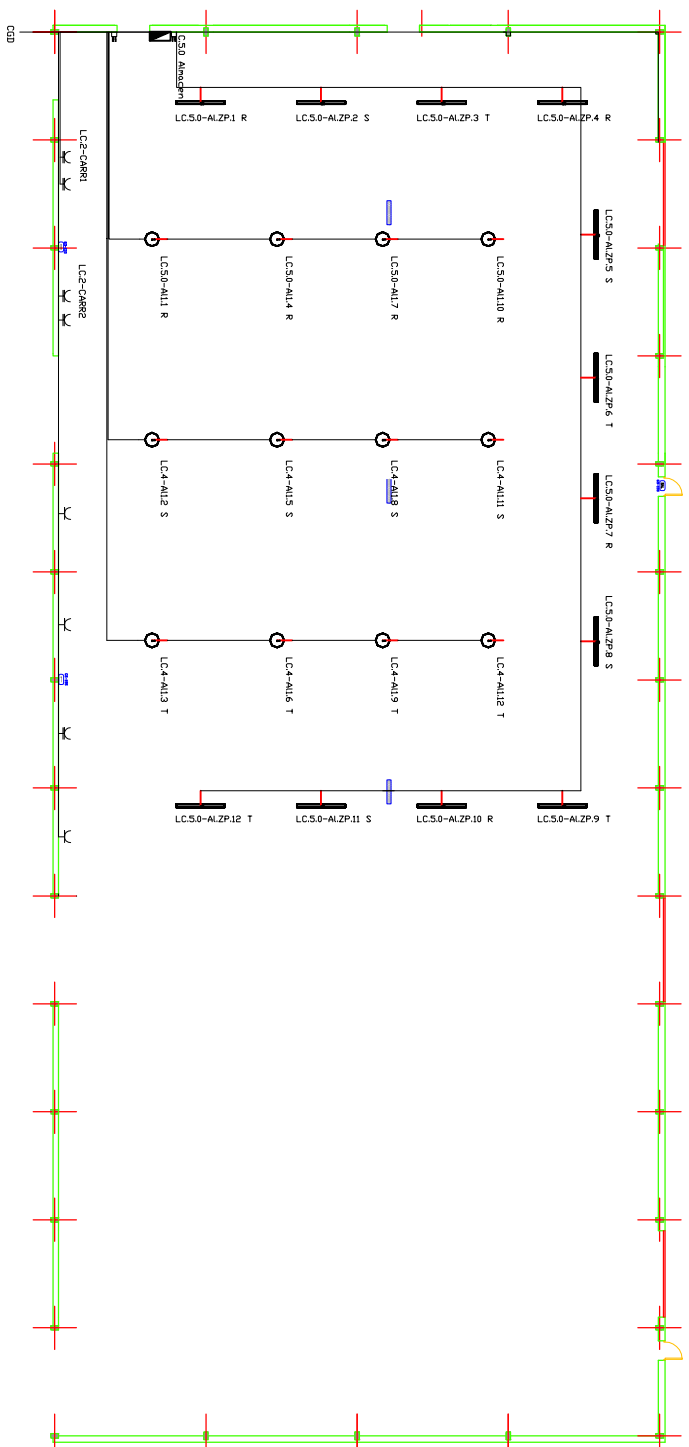
10/2013

ESCALA:

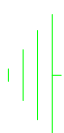
S/E










Nº PLANO:


12

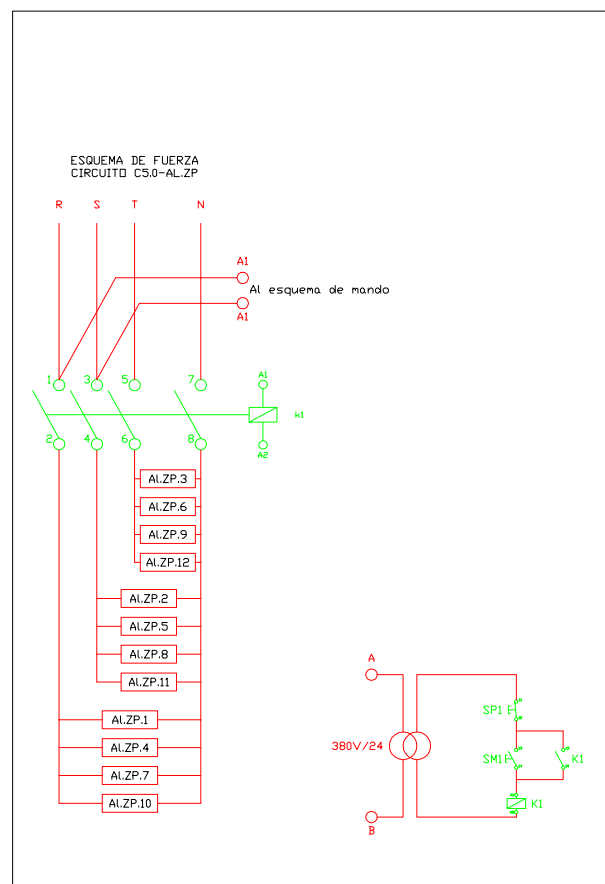
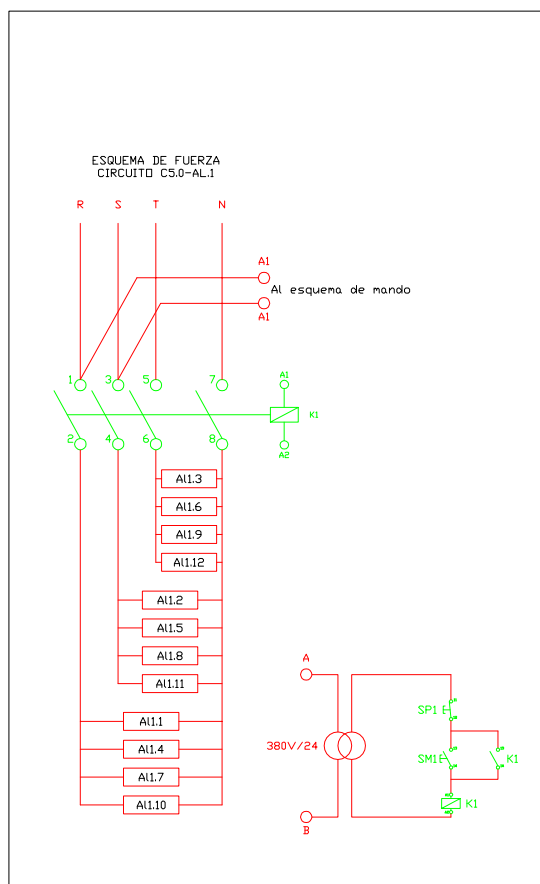


CUADRO C5.0



-  Interruptor diferencial
  - A: Calibre
  - KA: Poder de corte
  - Numero de polos
-  Interruptor magnetotérmico:
  - A: Calibre
  - KA: Poder de corte
  - Numero de polos
  - Curva
- Cableado
-  Máquinas
-  Cuadros eléctricos
-  Bloque autonomo de emergencia y señalizacion (NFL-770)
-  Bloque autonomo de emergencia y señalizacion (GS-155)
-  Philips HPK380 1xSDN-PP250W P-MB +GPK380 R D465
-  Philips TCW216 1xTL-D58W HFP
- Tierra
-  Bobina del contactor

 <p> <b>Universidad Pública</b>  de Navarra  Nafarroako  Unibertsitate Publikoa </p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>	DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<p><b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b></p>	
PROYECTO:	REALIZADO:	
<p> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b> </p>	<b>Ayarra Larreta Pablo</b>	
PLANO:	FIRMA:	
<p> <b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO C5.0</b> </p>	FECHA:	FECHA:
	10/2013	1:250
	Nº PLANO:	13



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
**INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

**Ayarra Larreta Pablo**

FIRMA:

PLANO:

**ESQUEMA FUERZA ALUMBRADO ALMACEN**

FECHA:

**10/2013**

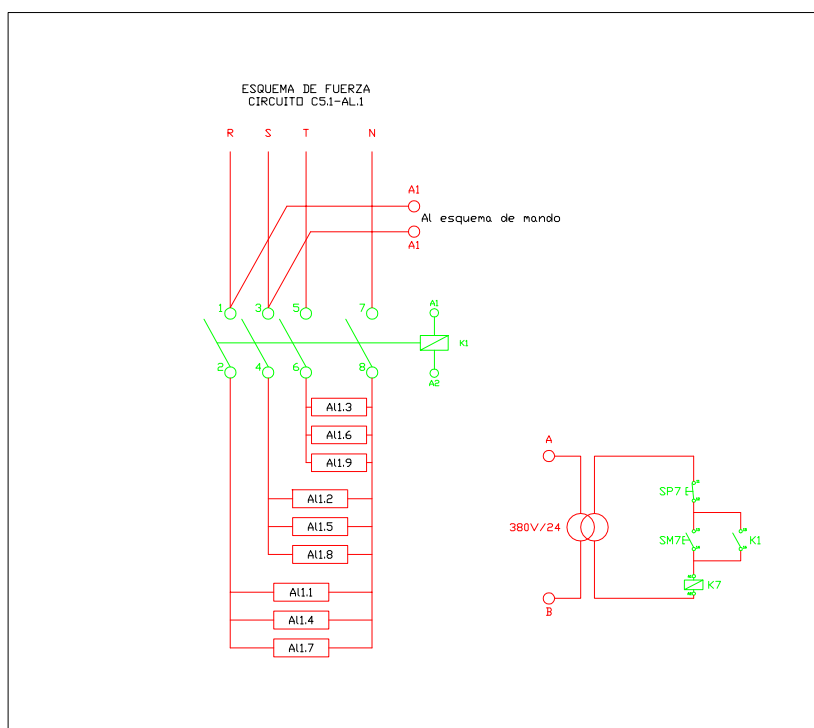
ESCALA:

**S/E**

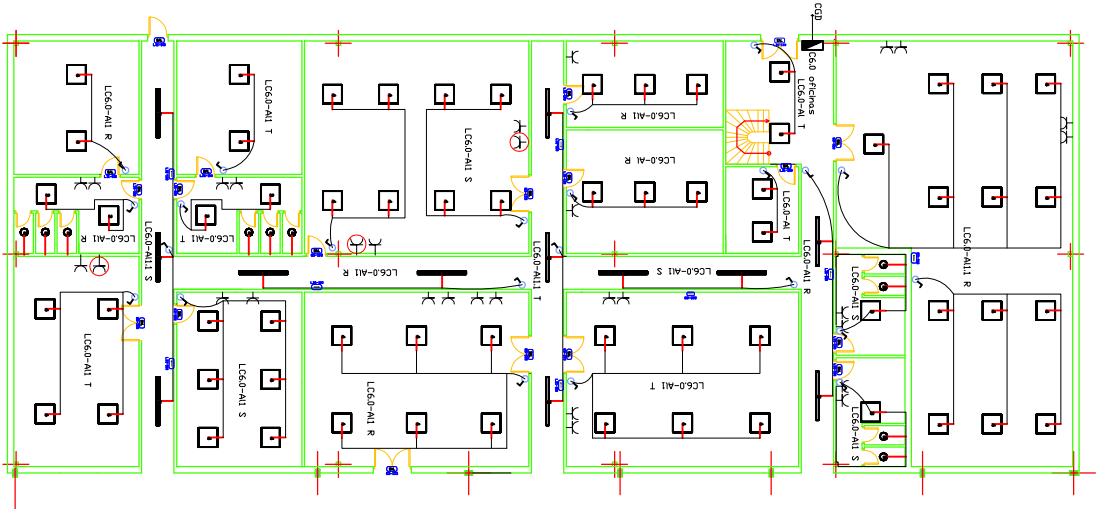
Nº PLANO:

**14**

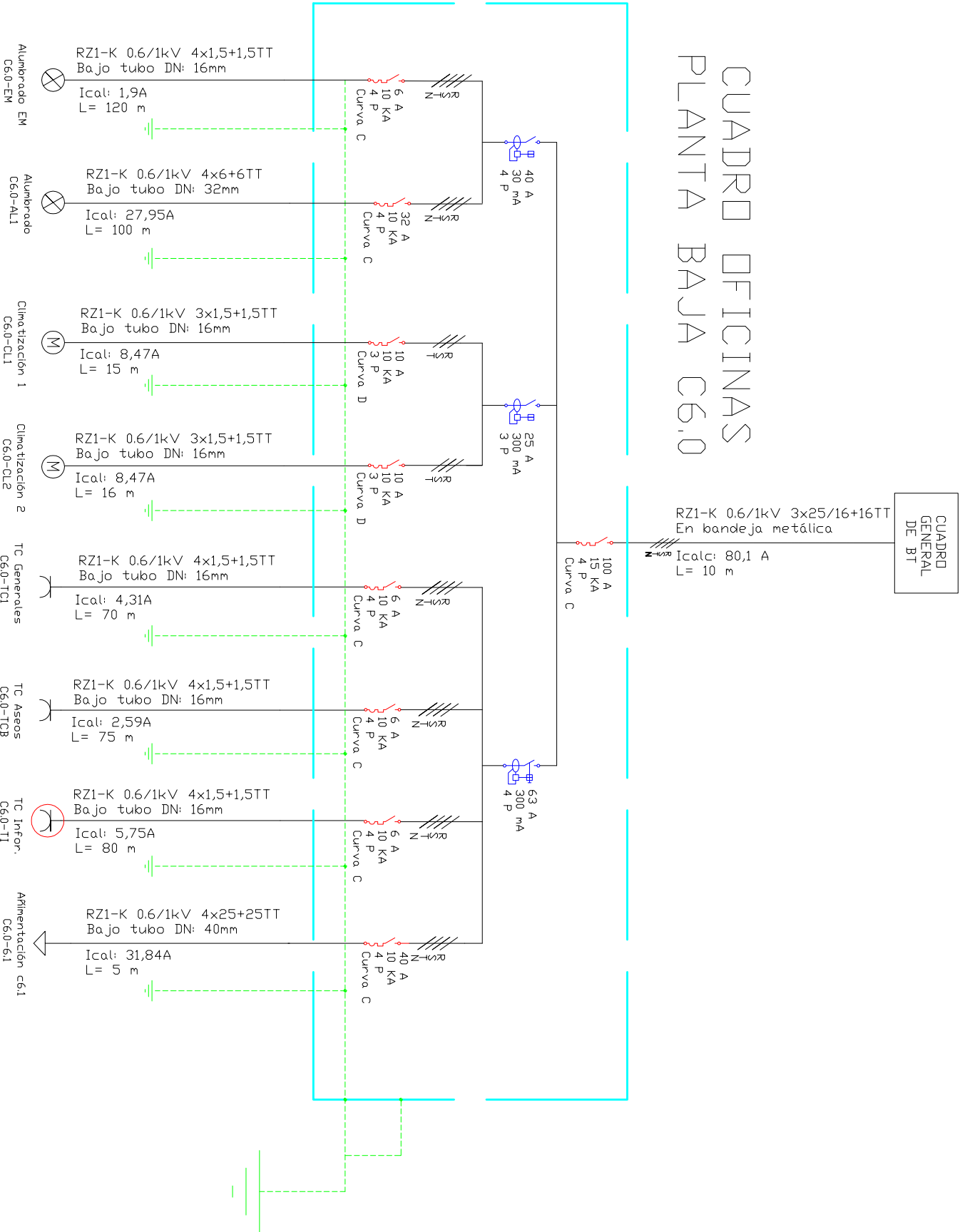




	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>		
		<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	REALIZADO: <b>Ayarra Larreta Pablo</b>		
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>			FIRMA:		
PLANO: <b>ESQUEMA FUERZA ALUMBRADO ZONA DE CARGA</b>			FECHA: 10/2013	ESCALA: S/E	N°PLANO: 16



# CUADRO OFICINAS PLANTA BAJA C6.0



- Interrupción diferencial
  - Al. Calibre
  - Ka Poder de corte
  - Número de polos
  - Interrupción magnetotérmica
  - Ka Poder de corte
  - Número de polos
  - Curva
- Cableado
  - Máquinas
  - Tomas de corriente trifásicas
  - Cuadros eléctricos
- Philips T3S162 4xTL-D18V HFP L1
  - Philips T3S162 3xTL-D18V HFP L1
  - Philips T3S162 1xTL-D18V HFP
  - Philips T3S162 1xTL-D18V HFP
  - Bloque autónomo de emergencia y señalización (DSI-100)
  - Interrupción monopolar
  - Bloque autónomo de emergencia y señalización (DSI-200)
  - Bloque autónomo de emergencia y señalización (DSI-200)

Universidad Pública de Navarra

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

REALIZADO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Ayarra Larreta Pablo

PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR CUADRO C6.0

FECHA:

10/2013

ESCALA:

1:250

Nº PLANO:

1/5





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLIEGO DE CONDICIONES

Pablo Ayarra Larreta

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 14/11/2013



## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 OBJETO .....	1
4.2 CONDICIONES GENERALES .....	1
4.2.1 normas generales.....	1
4.2.2 Ámbito aplicación.....	1
4.2.3 Conformidad y variación de las condiciones.....	1
4.2.4 Rescisión de contrato .....	1
4.2.5 Condiciones generales .....	2
4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.....	2
4.3.1 Datos de obra .....	2
4.3.2 Obras que comprende .....	2
4.3.3 Mejoras y variaciones del proyecto .....	3
4.3.4 Personal.....	3
4.3.5 Abonos de obra .....	3
4.4 CONDICIONES PARTICULARES.....	4
4.4.1 Disposiciones aplicables.....	4
4.4.2 Contradicciones y omisiones del proyecto .....	4
4.4.3 Prototipos.....	4
4.5 NORMATIVA GENERAL .....	4
4.6 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN .....	5
4.6.1 Objetivo.....	5
4.6.2 Condiciones generales .....	5
4.6.3 Ejecución de trabajo.....	5
4.6.4 Trazado de zanjas.....	6
4.6.5 Tendido de conductores .....	6
4.6.6 Identificación de conductores.....	7
4.6.7 Cierre de zanjas.....	7
4.7 RECEPTORES .....	7
4.7.1 Condiciones generales de la instalación .....	7
4.7.2 Instalación receptores alumbrado .....	8
4.7.3 Conexiones receptores alumbrado .....	8
4.7.4 Instalación receptores a motor.....	8
4.7.5 Material auxiliar .....	9
4.8 PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES.....	9
4.8.1 Protecciones de las instalaciones.....	9
4.8.1.1 Contra sobreintensidades .....	9
4.8.1.2 Contra sobrecargas.....	9
4.8.2 Situación de los dispositivos de protección .....	10
4.8.3 Características de los dispositivos.....	10
4.9 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	10
4.9.1 Protecciones contra contactos directos.....	10
4.9.2 Protecciones contra contactos indirectos.....	11
4.9.3 Puesta a tierra de las masas.....	11
4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES.....	12
4.10.1 Alumbrado de emergencia.....	12
4.10.2 Alumbrado de señalización .....	12
4.10.3 Locales.....	13
4.10.4 Fuentes propias de energía.....	13
4.10.5 Instrucciones complementarias .....	13
4.11 LOCAL .....	13
4.11.1 Preinscripciones de carácter general .....	13

4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA.....	14
4.13 PUESTA A TIERRA .....	14
4.13.1 Generalidades .....	14
4.13.2 Ensayos.....	15

## 4. Pliego de condiciones

### 4.1 Objeto

La finalidad del pliego de condiciones es definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que debe de ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas se describen en el proyecto.

El trabajo eléctrico ha de consistir en la instalación eléctrica completa de fuerza, alumbrado interior, exterior, puestas a tierra y el centro de transformación que alimentará a los distintos edificios de Fundición y Mecanizado Gazolaz S.A La nave está situada en el término municipal de Zizur Mayor, en el en el Polígono 3, parcela 434, de acuerdo a lo indicado en el plano de ubicación.

### 4.2 Condiciones generales

#### 4.2.1 Normas generales

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las preinscripciones indicadas en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que sean establecidas en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las condiciones particulares que complementarán las indicadas por los reglamentos y normas citadas.

#### 4.2.2 Ámbito aplicación

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas las piezas y unidades de la obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

#### 4.2.3 Conformidad y variación de las condiciones

Se aplicarán estas condiciones para todas incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

#### 4.2.4 Rescisión del contrato

Se considerarán causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primera: Fallecimiento o incapacitación del contratista.
- Segunda: La quiebra del contratista.
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más p menos el 25% del valor contratado.
- Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.



- Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor a seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de las obras sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del técnico director y la propiedad.

## 4.2.5 Condiciones generales

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en sucesivo se dicten. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 2402 “Contratación de Obras Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente pliego de condiciones.

## 4.3 Condiciones generales de ejecución

### 4.3.1 Datos de la obra

- Se entregará al contratista una copia de la Memoria, Planos y Pliego de Condiciones, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.
- El contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del proyecto.
- El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de la Obra después de su utilización.
- Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá de actualizar diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.
- No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones, en los datos fijados por el Proyecto, salvo por la aprobación previa del director de obra.

### 4.3.2 Obras que comprende

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en el pliego de condiciones y el particular, si lo hubiese, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando Nave Industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes:

- Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado.
- Instalación de luminarias.
- Instalación de cableado.
- Instalación de las protecciones eléctricas.
- Instalación de bandejas y tubos protectores para cableado.
- Instalación del centro de transformación.

### 4.3.3 Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el director de obra y convenido precio del proceder a su ejecución. Las obras delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

### 4.3.4 Personal

- El contratista no podrá utilizar personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.
- El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevar a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.
- El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas ordenes procedan de la dirección técnicas de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido. El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.
- También es responsable de los accidentes o daños por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados que se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general. El contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

### 4.3.5 Abono de la obra

En el contrato se deberán fijar detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificados que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas



las obras se precederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción sea en el curso de la ejecución de la obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción de la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán por cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

## 4.4 Condiciones particulares

### 4.4.1 Disposiciones aplicables

Antes de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dichas normativa, las especificaciones recogidas en las normas internacionales; ISO, CIE, o en su defecto DIN, UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

### 4.4.2 Contradicciones y omisiones del proyecto

Lo mencionado en la memoria u omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicciones entre planos y memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

### 4.4.3 Prototipos

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la dirección de obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrán realizarse los ensayos que estimen oportunos. Tanto los materiales como el importe de los ensayos serán por parte del adjudicatario.

## 4.5 Normativa general

1. Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular; producción, conservación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.
2. Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.



3. Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las preinscripciones del reglamento de alta tensión.
  - a. **Nota:** en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.
4. Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea y tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los quipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.
5. Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley del 24 de Noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
6. Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industrial, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse en el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

## 4.6 Redes subterráneas de baja tensión

### 4.6.1 Objetivo

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

### 4.6.2 Condiciones generales

Se refieren al suministro de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión.

Cualquier duda de cualquier tipo que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el periodo de construcción, será resuelta por el director de obra, cuya interpretación será aceptada inminentemente.

### 4.6.3 Ejecución de trabajo

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

## 4.6.4 Trazado de zanjas

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde serán abiertas las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de registro para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se denominarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

## 4.6.5 Tendido de conductores

Los cables deben ser siempre desenrollados y presentados en su ubicación definitiva con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En todo caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se la habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción que no debe pasar del indicado por el fabricante del cable conductor. Será necesaria la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas





condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al director de obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

1. Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distinto de dicho conductor.
2. Cada metro y medio, envolviéndose las tres fases de media tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

#### 4.6.6 Identificación del conductor

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30cm, conforme a lo indicado en las normas UNE-21123 y R.U.3305

#### 4.6.7 Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los primeros 20cm de forma manual. El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

### 4.7 Receptores

#### 4.7.1 Condiciones generales de la instalación

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc....), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las preinscripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades siendo de aplicación para ellos lo dispuesto en la instrucción ITC BT-22. Se

adaptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

## 4.7.2 Instalación receptores de alumbrado

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ellos los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistemas similares. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámparas fluorescentes se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos 0,90.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto en la ITC BT-09 del RBT.

## 4.7.3 Conexión receptores de alumbrado

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la ITC BT-43.

Se admitirá, cuando preinscripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conducto movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor movable, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada del aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán una longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar su conducto de alimentación alcanza más de 85°C de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores movibles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

## 4.7.4 Instalación receptores a motor

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5m si la potencia del motor es igual o menor a 1KW.
- 1m si la potencia nominal es superior a 1KW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25CV y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión tendrán su instalación propia de protección. Ésta constará de por los menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes o perjudicar a éste.

## 4.7.5 Material auxiliar

Toda la tornillería, así como arandelas, tuercas, contratueras, etc., que se utilizan como material auxiliar de la instalación eléctrica, serán de acero inoxidable. La pasta de sellado de tubos metálicos, cajas de derivación, etc., será por cuenta del contratista.

Todos los tubos protectores de PVC estarán sellados con espuma de poliuretano o producto equivalente.

# 4.8 Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones

## 4.8.1 Protección de las instalaciones

### 4.8.1.1 Contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interpretación de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistemas de corte electromagnético.

#### 4.8.1.2      Contra sobrecargas

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivo de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

#### 4.8.2      Situación de los dispositivos de protección

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecarga y cortocircuitos. Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.

#### 4.8.3      Características de los dispositivos

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de si instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada la intensidad y tensiones nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

## 4.9 Protecciones contra contactos directos e indirectos

### 4.9.1 Protección contra contactos directos

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente son un mínimo de 2,5m hacia arriba, 1m abajo y 1m lateralmente.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medios de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA.

### 4.9.2 Protección contra contactos indirectos

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

#### **Clase A:**

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

#### **Clase B:**

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sin embargo, se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

### 4.9.3 Puesta a tierra de las masas

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
  - 24 voltios en locales húmedos
  - 50 voltios en los demás casos
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automáticos sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente a la instalación de proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

## 4.10 Alumbrados especiales

### 4.10.1 Alumbrado de emergencia

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde éste se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberán entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje al menos del 70% de su tensión nominal.

### 4.10.2 Alumbrado de señalización

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas pasillos, escaleras



y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público.

Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuentes propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

### 4.10.3 Locales

- Con alumbrado de emergencia: Todos los locales de reunión que puedan albergar 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.
- Con alumbrado de señalización: Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en los que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

### 4.10.4 Fuentes propias de energía

La fuente propia de energía estará construida por baterías de acumuladores o aparatos automáticos autónomos o grupos electrógenos: la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal. La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

### 4.10.5 Instrucciones complementarias

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 10 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 10.

## 4.11 Local

### 4.11.1 Preinscripciones de carácter general

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes preinscripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

1. Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, en el



- caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
2. El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre el dispositivo de mando y protección preceptivo según la instrucción MI BT-16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección. Del citado general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios.
  3. El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendios o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates...), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica.
  4. En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
  5. En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de las lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.
  6. Las canalizaciones estarán constituidas por:
    - a. Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
    - b. Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
    - c. Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados directamente sobre paredes.
  7. Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

## 4.12 Corrección del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Por la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior a un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de éstos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.





## 4.13 Puesta a tierra

### 4.13.1 Generalidades

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes..., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el Reglamento de BT.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el RBT y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc....

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos. La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotermia sistema CADWELL o similar.

### 4.13.2 Ensayos

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el RBT y en el resto de normativas vigente. Cuando el material llegue a la obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas normativas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar, así como su número y las condiciones de no aceptación automática serán fijados por la NTE-IEP/1973: "Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra".

PAMPLONA, Noviembre 2013

Pablo Ayarra Larreta



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PRESUPUESTO

Pablo Ayarra Larreta

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 14/11/2013

## 5. PRESUPUESTO

5.1 CAPÍTULO I, Acometida .....	1
5.2 CAPÍTULO II, Cuadros .....	1
5.2.1 Cuadro general oficinas C1.....	1
5.2.2 Cuadro secundario oficinas C1.1.....	2
5.2.3 Cuadro secundario oficinas C1.2.....	3
5.2.4 Cuadro general Producción C2.....	3
5.2.5 Cuadro secundario oficinas C2.1.....	4
5.2.6 Cuadro general almacén C3 .....	5
5.2.7 Cuadro secundario almacén C3.1.....	6
5.2.8 Cuadros auxiliares producción/taller .....	7
5.2.10 Armarios y componentes .....	7
5.2.11 Resumen cuadros .....	7
5.3 CAPÍTULO II, Conductores, tubos y canalizaciones .....	7
5.3.1 Conductores .....	7
5.3.2 Tubos .....	8
5.3.3 Bandejas .....	8
5.3.4 Resumen.....	8
5.4 CAPÍTULO IV, Instalación tierra protección.....	9
5.5 CAPÍTULO V, Luminarias.....	9
5.5.1 Alumbrado interior.....	9
5.5.2 Alumbrado exterior .....	7
5.5.3 Alumbrado de emergencia.....	10
5.5.4 Resumen luminarias .....	10
5.6 CAPÍTULO VI, Interruptores, tomas de corriente y SAI .....	10
5.7 CAPÍTULO VII, Batería de condensadores .....	11
5.8 CAPÍTULO VIII, Centro de transformación.....	11
5.8.1 Caseta prefabricada .....	11
5.8.2 Transformador de potencia .....	11
5.8.3 Aparamenta de MT .....	12
5.8.4 Cuadros de BT .....	12
5.8.5 Puesta a tierra del centro.....	13
5.8.6 Resumen CT.....	13
5.9 CAPÍTULO IX, Equipo de seguridad y salud .....	14
5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN.....	15

## 5. Presupuesto

### 5.1 Capítulo I: Acometida

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,1,1	metros	Cable acometida PRYSMIAN Cable RZ1-k 0.6/1 KV Flexible 3(2x240)+240 mm2 cobre	28	805,784	22561,952
5,1,2	metros	Tubo subterráneo flexible corrugado Ø 75 mm	140	5,35	749
5,1,3	metros	Zanja de 400x700 mm, lecho de arena lavada relleno con tierra de excavación	28	5,8	162,4
5,1,4	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	10	32,25	322,5
				Subtotal	23795,852

### 5.2 Capítulo II: Cuadros eléctricos

#### 5.2.1 Cuadro general de distribución CGD

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,1,1		Interruptor magnetotérmico IV pdc 50kA calibre 800 A curva C	1	4958,6	4038,52
5,2,1,2		Interruptor magnetotérmico IV pdc 36kA calibre 400 A curva D	1	4038,52	3009,9
5,2,1,3		Interruptor magnetotérmico IV pdc 25kA calibre 125 A curva c	2	451,34	865,28
5,2,1,4		Interruptor magnetotérmico III pdc 25kA calibre 63 A curva C	1	417,63	373,03
5,2,1,5		Interruptor magnetotérmico IV pdc 25kA calibre 16 A curva C	1	278,16	150,22
5,2,1,6		Interruptor magnetotérmico IV pdc 25kA calibre 100 A curva C	2	436,54	855,44
5,2,1,7		Interruptor magnetotérmico III pdc 25kA calibre 125 A curva c	1	351,34	758,51
5,2,1,8		relér diferencial Merlin Gerin Vigirex RH10E + Toroide 1A 1000A IV	2	658,5	1317
5,2,1,9		Interruptor diferencial IV Id 500 ma Calibre 125 A	1	777,38	1927,34
5,2,1,10		Interruptor diferencial III Id 300 ma Calibre 125 A	1	426,67	516,98
5,2,1,11		Interruptor diferencial IV Id 30 ma Calibre 80 A	1	285,78	151,65
5,2,1,12		Armario C1 y resto de componentes	1	3670,68	3670,68
5,2,1,13	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	7	32,25	225,75
				Subtotal	18523,27

Descripción de los componentes del armario:

Armario CGD

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 650x400x2000 mm	1	490,8	490,8
armadura 400x400x2000	1	339,78	339,78
marco pivotante 650 mm	1	163,6	163,6
marco pivotante 400 mm	1	106,84	106,84
puerta 650 mm	1	218,98	218,98
puerta 400 mm	1	316,29	316,29
maneta	2	57,21	114,42
fondo 650 mm	1	327,2	327,2
fondo 400 mm	1	226,51	226,51
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 650 mm	1	54,55	54,55
techo 400 mm	1	40,95	40,95
zócalo 400 mm	1	158,56	158,56
zócalo 650 mm	1	229,02	229,02
barras Linergy 1000 A	1	139,13	139,13
Soporte NS 1000	1	136,11	136,11
Soporte NSX 4 polos	2	77,21	154,42
Carril modular regulable	4	31,58	126,32
		Subtotal	3670,68

## 5.2.2 Cuadro secundario producción C1

C1

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,2,1		Interruptor magnetotérmico III pdc 36 kA calibre 400 A curva C	1	4038,52	4038,52
5,2,2,2		Interruptor magnetotérmico III pdc 20 kA calibre 125 A curva C	2	351,34	702,68
5,2,2,3		Interruptor magnetotérmico IV pdc 20 kA calibre 10 A curva D	1	311,58	311,58
5,2,2,4		Interruptor magnetotérmico III pdc 20 kA calibre 100 A curva C	1	330,33	330,33
5,2,2,5		Interruptor magnetotérmico IIV pdc 20 kA calibre 16 A curva C	1	317,58	317,58
5,2,2,6		Interruptor magnetotérmico III pdc 20 kA calibre 16 A curva D	2	247,32	494,64
5,2,2,7		Interruptor magnetotérmico III pdc 20 kA calibre 10 A curva C	1	311,58	311,58
5,2,2,8		Interruptor diferencial III Id 300 ma Calibre 125 A	3	426,67	1280,01
5,2,2,9		Interruptor diferencial IV Id 300 ma Calibre 32 A	1	253,66,	253,66
5,2,2,10		Armario C1 y resto de componentes	1	3222,12	3222,12
5,2,2,11	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	5	32,25	161,25
				Subtotal	11423,95

Descripción de los componentes del armario:

C1

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 400x400x2000	2	339,78	679,56
marco pivotante 400 mm	2	106,84	213,68
puerta 400 mm	2	316,29	632,58
maneta	2	57,21	114,42
fondo 400 mm	2	226,51	453,02
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 400 mm	2	40,95	81,9
zócalo 400 mm	2	158,56	317,12
barras Linergy 630 A	1	104,37	104,37
Soporte NSX 4 polos	1	77,21	77,21
Carril modular regulable	7	31,58	221,06
Subtotal			3222,12

### 5.2.3 Cuadro secundario producción C2

C2

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,3,1		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 125 A curva C	1	445,46	445,46
5,2,3,2		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 10 A curva C	1	120,11	120,11
5,2,3,3		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 16 A curva C	1	122,71	122,71
5,2,3,4		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 32 A curva C	2	96,71	193,42
5,2,3,5		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 20 A curva D	2	192,54	385,08
5,2,3,6		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 16 A curva D	2	187,1	374,2
5,2,3,7		Interruptor diferencial III Id 300 ma Calibre 125 A	1	426,67	426,67
5,2,3,8		Interruptor diferencial IV Id 300 ma Calibre 40 A	1	243,33	243,33
5,2,3,9		Armario C2 y resto de componentes	1	638,96	638,96
5,2,3,10	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	5	32,25	161,25
Subtotal					3111,19

Descripción de los componentes del armario:

C2

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 400x400x2000	2	339,78	679,56
marco pivotante 400 mm	2	106,84	213,68
puerta 400 mm	2	316,29	632,58
maneta	2	57,21	114,42
fondo 400 mm	2	226,51	453,02
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 400 mm	2	40,95	81,9
zócalo 400 mm	2	158,56	317,12
Carril modular regulable	7	31,58	221,06
Subtotal			3222,12

## 5.2.4 Cuadro secundario producción C3

C2

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,4,1		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 80 A curva C	1	402,16	427,72
5,2,4,2		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 20 A curva D	2	192,54	2595,84
5,2,4,3		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 25 A curva D	1	208,03	141,05
5,2,4,4		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 16 A curva D	2	187,1	141,03
5,2,4,5		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 10A curva D	1	183,61	746,06
5,2,4,6		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 16 A curva C	1	120,71	281,33
5,2,4,7		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 10 A curva C	1	122,11	777,47
5,2,4,8		Interruptor diferencial IV Id 300 ma calibre 40 A	1	243,33	243,33
5,2,4,9		Interruptor diferencial III Id300 ma calibre 63 A	2	251,41	502,82
5,2,4,10		Armario C3 y resto de componentes	1	3222,12	3222,12
5,2,4,11	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	5	32,25	161,25
Subtotal					9240,02

Descripción de los componentes del armario:

C3

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 400x400x2000	2	339,78	679,56
marco pivotante 400 mm	2	106,84	213,68
puerta 400 mm	2	316,29	632,58
maneta	2	57,21	114,42
fondo 400 mm	2	226,51	453,02
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 400 mm	2	40,95	81,9
repartidor ditribloc 4 polos 13 salidas	3	39,66	118,98
Carril modular regulable	7	31,58	221,06
Subtotal			3222,12

## 5.2.5 Cuadro secundario alumbrado de producción C4

C4

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,5,1		Interruptor magnetotérmico IV pdc 6 kA calibre 32 A curva C	1	163,55	163,55
5,2,5,2		Interruptor magnetotérmico IV pdc 6 kA calibre 25 A curva C	1	155,87	155,87
5,2,5,3		Interruptor magnetotérmico IV pdc 6 kA calibre 6 A curva C	1	91,32	91,32
5,2,5,4		Interruptor magnetotérmico IV pdc 6 kA calibre 6 A curva C	1	91,32	91,32
5,2,5,5		Interruptor magnetotérmico IV pdc 6 kA calibre 63 A curva C	1	402,16	402,16
5,2,5,6		Interruptor diferencial IV Id 30 ma calibre 63 A	1	280,84	280,84
5,2,5,7		Armario C4 y resto de componentes	1	2053,75	2053,75
5,2,5,8	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	5	32,25	161,25
Subtotal					3400,06

Descripción de los componentes del armario:

C4

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 400x400x2000	1	339,78	339,78
marco pivotante 400 mm	1	106,84	106,84
puerta 400 mm	1	316,29	316,29
maneta	1	57,21	57,21
fondo 400 mm	1	226,51	226,51
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 400 mm	1	40,95	40,95
zócalo 400 mm	1	158,56	158,56
repartidor ditribloc 4 polos 13 salidas	2	39,66	118,98
Carril modular regulable	4	31,58	284,22
Subtotal			2053,75



## 5.2.6 Cuadro general almacén C5.0

C5.0

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,6,1		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 125 A curva C	1	457,4	457,4
5,2,6,2		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 6 A curva C	2	127,26	254,52
5,2,6,3		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 20 A curva C	1	140,26	140,26
5,2,6,4		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 25 A curva C	2	147,01	294,02
5,2,6,5		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 10 A curva C	2	120,48	240,96
5,2,6,6		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 16 A curva C	1	174,37	174,37
5,2,6,7		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 100 A curva C	1	442,41	442,41
5,2,6,8		Interruptor diferencial IV pdc Id 300ma calibre 125 A	2	486,67	973,34
5,2,6,9		Interruptor diferencial IV pdc Id 30ma calibre 25 A	1	263,05	263,05
5,2,6,10		Armario C3 y resto de componentes	1	2125,01	2125,01
5,2,6,11	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	9	32,25	290,25
				Subtotal	5655,59

Descripción de los componentes del armario:

C5.0

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 400x400x2000	1	339,78	339,78
marco pivotante 400 mm	1	106,84	106,84
puerta 400 mm	1	316,29	316,29
maneta	2	57,21	114,42
fondo 400 mm	1	226,51	226,51
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 400 mm	1	40,95	40,95
zócalo 400 mm	1	158,56	158,56
repartidor ditribloc 4 polos 13 salidas	3	39,66	118,98
Carril modular regulable	7	31,58	221,06
		Subtotal	2125,01

## 5.2.7 Cuadro secundario almacén C5.1

C5.1

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,7,1		Interruptor magnetotérmico IV pdc15 kA calibre 100 A curva C	1	493,36	493,36
5,2,7,2		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 63 A curva D	2	363,56	727,12
5,2,7,3		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 10 A curva D	2	183,61	367,22
5,2,7,5		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 16 A curva C	2	122,11	244,22
5,2,7,6		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 10 A curva C	1	120,71	120,71
5,2,7,7		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 6 A curva C	1	85,53	85,53
5,2,7,8		Interruptor diferencial III pdc Id 300ma calibre 63 A	2	251,41	502,82
5,2,7,9		Interruptor diferencial III pdc Id 300ma calibre 40 A	1	243,33	243,33
5,2,7,10		Interruptor diferencial IV pdc Id 30ma calibre 25 A	1	263,05	263,05
5,2,7,11		Armario C3,1 y resto de componentes	1	2022,17	2022,17
5,2,7,12	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	7	32,25	225,75
				Subtotal	5295,28

Descripción de los componentes del armario:

C5.1

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 400x400x2000	1	339,78	339,78
marco pivotante 400 mm	1	106,84	106,84
puerta 400 mm	1	316,29	316,29
maneta	1	57,21	57,21
fondo 400 mm	1	226,51	226,51
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 400 mm	1	40,95	40,95
zócalo 400 mm	1	158,56	158,56
repartidor ditribloc 4 polos 13 salidas	3	39,66	118,98
Carril modular regulable	8	31,58	252,64
		Subtotal	2022,17

## 5.2.8 Cuadros secundario oficinas 6.0

C6.0

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,8,1		Interruptor magnetotérmico IV pdc 15 kA calibre 100 A curva C	1	402,16	427,72
5,2,8,2		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 6 A curva C	4	91,32	184,05
5,2,8,3		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 32 A curva C	1	137,59	137,59
5,2,8,4		Interruptor magnetotérmico III pdc 10 kA calibre 10 A curva D	2	183,61	367,22
5,2,8,5		Interruptor magnetotérmico IV pdc 10 kA calibre 40 A curva C	1	161,13	161,13
5,2,8,7		Interruptor diferencial IV pdc Id 30ma calibre 40 A	1	213,26	213,26
5,2,8,8		Interruptor diferencial III pdc Id 300ma calibre 25 A	1	213,39	213,39
5,2,8,9		Interruptor diferencial IV pdc Id 300ma calibre 63 A	1	320,84	320,84
5,2,8,10		Armario C6.0 y resto de componentes	1	2125,01	2125,01
5,2,8,11	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	5	32,25	161,25
				Subtotal	4467,13

Descripción de los componentes del armario:

C6.0

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 400x400x2000	1	339,78	339,78
marco pivotante 400 mm	1	106,84	106,84
puerta 400 mm	1	316,29	316,29
maneta	2	57,21	114,42
fondo 400 mm	1	226,51	226,51
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 400 mm	1	40,95	40,95
zócalo 400 mm	1	158,56	158,56
repartidor ditribloc 4 polos 13 salidas	3	39,66	118,98
Carril modular regulable	7	31,58	221,06
		Subtotal	2125,01

## 5.2.9 Cuadro secundario oficinas C6.1

C6.1

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,2,9,1		Interruptor magnetotérmico IV pdc 6 kA calibre 40 A curva C	1	378,85	378,85
5,2,9,2		Interruptor magnetotérmico IV pdc 6 kA calibre 6 A curva C	4	91,32	365,28
5,2,9,3		Interruptor magnetotérmico IV pdc 6 kA calibre 25 A curva C	1	173,48	173,48
5,2,9,4		Interruptor diferencial IV pdc Id 300ma calibre 40 A	1	243,33	243,33
5,2,9,5		Interruptor diferencial IV pdc Id 30ma calibre 40 A	1	213,26	213,26
5,2,9,6		Armario C6.1 y resto de componentes	1	2022,17	2022,17
5,2,9,7	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	6	32,25	193,5
				Subtotal	6072,95

Descripción de los componentes del armario:

C6.1

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
armadura 400x400x2000	1	339,78	339,78
marco pivotante 400 mm	1	106,84	106,84
puerta 400 mm	1	316,29	316,29
maneta	1	57,21	57,21
fondo 400 mm	1	226,51	226,51
paredes 400 mm	1	327,2	327,2
techo 400 mm	1	40,95	40,95
zócalo 400 mm	1	158,56	158,56
repartidor ditribloc 4 polos 13 salidas	2	39,66	118,98
Carril modular regulable	8	31,58	252,64
		Subtotal	2022,17

## 5.3 Capítulo III: Conductores, tubos y bandejas

### 5.3.1 Conductores

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,3,1,1	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 1,5mm <sup>2</sup>	5420	1,74	9430,8
5,3,1,2	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 2,5mm <sup>2</sup>	2148	2,91	6250,68
5,3,1,3	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 4mm <sup>2</sup>	1554	4,66	7241,64
5,3,1,4	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 6mm <sup>2</sup>	598	6,98	4174,04
5,3,1,5	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 16mm <sup>2</sup>	276	8,564	2363,664
5,3,1,6	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 25mm <sup>2</sup>	357	12,934	4617,438
5,3,1,7	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 35mm <sup>2</sup>	50	17,974	898,7
5,3,1,7	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 70mm <sup>2</sup>	10	17,974	179,74
5,3,1,8	metros	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca Prysmian cobre 150mm <sup>2</sup>	20	25,858	517,16
5,3,1,12	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios montaje	60	32,25	1935
				Subtotal	37608,862

### 5.3.2 Tubos

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,3,2,1	metros	tubo pvc rigido deformable en caliente Ø 20 mm	1230	2,26	2779,8
5,3,2,2	metros	tubo pvc rigido deformable en caliente Ø 32 mm	635	3,3	2095,5
5,3,2,3	metros	tubo pvc rigido deformable en caliente Ø 16 mm	1680	1,77	2973,6
5,3,2,4	metros	tubo polietileno flexible corrugado Ø 40 mm	110	2,37	260,7
5,3,2,5	metros	tubo pvc flexible corrugado flexiplast negro Ø 20 mm	1134	0,46	521,64
5,3,2,6		grapa tubo pvc rigido Ø 20 mm	2470	0,12	296,4
5,3,2,7		grapa tubo pvc rigido Ø 32 mm	1270	0,17	215,9
5,3,2,8		grapa tubo pvc rigido Ø 16 mm	3360	0,14	470,4
5,3,2,9		grapa tubo pvc rigido Ø 40 mm	230	0,21	48,3
5,3,2,10	horas	Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	70	32,25	2257,5
				Subtotal	11919,74

### 5.3.3 Bandejas

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,3,3,1	metros	Bandeja metalica legrand 300x50 mm	270	34,63	9350,1
5,3,3,2		soportes	90	2,35	211,5
				Subtotal	9561,6

### 5.3.4 Resumen

Nº de orden	Descripción	Precio t (€)
5,3,4,1	conductores	37608,862
5,3,4,2	tubos	11919,74
5,3,4,3	bandejas	9561,6
	Subtotal	59090,202

## 5.4 Capítulo IV: Instalación tierra protección

Nº orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.4.1	Ud	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra y otros accesorios.	4	14,35	57,4
5.4.2	Ud	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad.	1	27,32	27,32
5.4.3	Ud	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección.	300	5,44	1632
5.4.4	Ud	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios.	1	25,87	25,87
5.4.5	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>1855,09</b>

## 5.5 Capítulo V: Luminarias

### 5.5.1 Alumbrado Interior

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,5,1,1		PHILIPS IMPALA TBS162 3xTL-D18W HFP L1	18	134,88	2427,84
5,5,1,2	horas	mano de obra ayudante electricista	5,5	12,45	68,475
5,5,1,3		PHILIPS IMPALA TBS162 4xTL-D18W HFP L1	109	147,91	16122,19
5,5,1,4	horas	mano de obra ayudante electricista	32	12,45	398,4
5,5,1,5		PHILIPS LuxSpace_Accent ST520B 1xSLED3200-/930 PSU-E 36 GC II GR	18	275	4950
5,5,1,6	horas	mano de obra ayudante electricista	5	12,45	62,25
					0
5,5,1,9		PHILIPS PerformaLux HPK380 1xSON250W IC ST 230V E27 NB R	84	185,65	15594,6
5,5,1,10	horas	mano de obra ayudante electricista	27	12,45	336,15
5,5,1,11		PHILIPS Leuchten Pacific TCW216 1xTL-D58W HFP DE PI	33	138,68	4576,44
5,5,1,12	horas	mano de obra ayudante electricista	8,5	12,45	105,825
Subtotal					44642,17

### 5.5.2 Alumbrado exterior

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,5,2,1		PHILIPS SNF 100 SNF100 SDW-T50W	12	344	8600
5,5,2,2	horas	mano de obra ayudante electricista	6,5	17,45	191,95
Subtotal					8791,95

### 5.5.3 Alumbrado de emergencia

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,5,3,1		Legrand L31 661019	31	108,74	3153,46
5,5,3,2		Legrand G5 061761	26	225,69	4288,11
5,5,3,3		Legrand G5 061764	5	257,75	10842,25
5,5,3,3		Legrand G5 061776	2	349,75	10842,25
5,5,3,4		Legrand NFL 061849	10	301,91	5132,47
5,5,3,5	horas	mano de obra ayudante electricista	20	17,45	349
				Subtotal	23765,29

### 5.5.4 Resumen luminarias

Nº de orden	Presupuesto total capítulo V	Precio t (€)
5,5,4,1	alumbrado interior	44642,17
5,5,4,2	alumbrado exterior	8791,95
5,5,4,3	alumbrado de emergencia	23765,29
Subtotal		77199,41

## 5.6 Capítulo VI: Interruptores y tomas de corriente

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,6,1,1		Legrand interruptor 10 A	11	4,08	44,88
5,6,1,2		Legrand interruptor doble 10 A	10	6,83	68,3
5,6,1,3		Legrand conmutador 10 A	14	4,47	62,58
5,6,1,4		Legrand toma corriente 2P+T 16 A	18	5,89	106,02
5,6,1,5		Legrand toma corriente doble 2P+T 16 A	8	8	64
5,6,1,6		Legrand caja universal empotrable	61	1,54	93,94
5,6,1,7		Legrand interruptor conmutador superficial 10A	13	8,57	111,41
5,6,1,8		Schneider caja mural toma PK	15	14,37	215,55
5,6,1,9		Schneider Base PK 2P+T 16 A	7	5,63	39,41
5,6,1,10		Schneider Base PK 3P+N+T 32 A	8	9,93	79,44
5,6,1,11		Legrand caja montaje superficial 80x80x45	154	7	1078
5,6,1,12		Cuadro oficina legrand	16	48,285	772,56
5,6,1,13		Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	35	32,25	1128,75
				Subtotal	3864,84



SAI

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,6,1,14		SAI sein energía serie ocean	1	902,7	902,7
5,6,1,15	horas	mano de obra ayudante electricista	2	17,45	34,9
Subtotal					937,6

cuadros oficina legrand

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
caja 2 columnas 4 módulos	1	16,68	16,68
toma 2P+T borne automático	2	4,19	8,38
toma 2P+T obturador selectivo	2	10	20
Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	0,1	32,25	3,225
		Subtotal	48,285

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,6,2		Interruptor fotocélula crepuscular, sensibilidad luminosa regulable, marca Merlin Gerin.	1	157,40 €	6542
5,6,2		Contactador tetrapolar 25 A, 400 V corriente alterna, 50 Hz, circuito de mando con 4 contactos auxiliares, con mando manual para corriente con bobina, marca Merlin Gerin.	11	50,99 €	6542
5,6,3		Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	5	32,25	80,625
Subtotal					6622,625

## 5.7 Capítulo VII: Batería de condensadores

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,7,1		batería de condensadores automática de 105 kVAr, 5 escalones relación de potencia entre condensadores de 1:1:1:1:1, alimentación trifásica a 400 V a tensión y 50 Hz	1	6542	6542
5,7,2		Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	2,5	32,25	80,625
Subtotal					6622,625

## 5.8 Capítulo VIII: Centro de transformación

### 5.8.1 Caseta prefabricada

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,8,1		Edificio prefabricado PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Constituido por una envolvente de estructura monobloque, de hormigón armado. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores, transporte, montaje y accesorios.	1	7235	7235
				Subtotal	7235

### 5.8.2 Transformador

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,8,3		Transformador trifásico reductor 24Kv con 630 kVA de potencia. Neutro accesible en el secundario, refrigeración natural aceite, tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Conforme a las normas citadas en la memoria	1	13175	13175
				Subtotal	13175

### 5.8.3 Aparamenta de media tensión

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,8,4,1		CELDA DE LÍNEA: CML Celda de llegada de línea, de la marca ORMAZABAL, Vn=24 KV, de 370 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión. Incluido el transporte, montaje y conexión	1		2085
5,8,4,2		CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES: Celda CMP-F protección con fusibles asociados a la salida del cable, bajo envoltente metálica de la marca ORMAZABAL, Vn= 24KV, In= 400 A, de 480 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Incluye tres fusibles limitadores de 24 KV y 40 A. Incluido el transporte, montaje y conexión	1		2727
5,8,4,3		CELDA DE MEDIDA: Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior lateral por barras, bajo envoltente metálica, de la marca ORMAZABAL, tipo CMM, Vn=24 KV, In=400 A, de 800 mm de ancho, 1800 mm de alto y 1025 mm de fondo, Con 3 transformadores de tensión y tres de intensidad. Incluido el transporte, montaje y conexión	1		5114
				Subtotal	9926

## 5.8.4 Cuadros de baja tensión del CT

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,8,5,1		cuadro baja tensión centro transformación	1	23614,98	23614,98
5,8,5,2		cuadro auxiliar centro transformación	1	315,35	315,35
				Subtotal	23930,33

### CBT CT

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
Interruptor magnetotérmico IV pdc 50 kA calibre 1000 A	1	6713	8603,77
Relé diferencial DIN RH99	1	276,01	276,01
Toroidales rectangulares	4	3412,9	13651,6
Pletina de cobre 280 mm	4	33,07	132,28
Armario 650x400x2000	1	856,32	856,32
Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	4	32,25	129
		Subtotal	23648,98

### Cuadro aux CT

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
Schneider cofret con tapa semiciega 460x236x160	1	39,85	39,85
Schneider base de empotrar recta 2P+T 16A	1	5,24	5,24
Interruptor diferencial II 30ma calibre 16 A	1	151,65	151,65
Interruptor magnetotérmico II pdc 25 kA calibre 1 A curva C	1	47,83	47,83
Interruptor magnetotérmico II pdc 25 kA calibre 1 A curva C	2	47,03	47,03
Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	1	32,25	32,25
		Subtotal	323,85

## 5.8.5 Puesta a tierra del centro

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5,8,6,1		Tierra de servicio ct	1	1019,445	1040.695
5,8,6,2		Tierra de protección ct	1	1074,045	1082.545
				Subtotal	2123.24

### tierra servicio

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
pica de tierra,2 metros acero recubierto de cobre con accesorios	8	14,4	115,2
cable de cobre trenzado desnudo de 50 mm2 con accesorios	30	27,3	819
caja de seccionamiento URIARTE CCST-50, pletina de seccionamiento, bornes de conexión y accesorios incluidos	1	25,87	25,87
Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	2,5	32.25	80.625
		Subtotal	1040.695

### tierra protección

Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
pica de tierra,2 metros acero recubierto de cobre con accesorios	8	14,4	115,2
cable de cobre trenzado desnudo de 50 mm2 con accesorios	32	27,3	873,6
caja de seccionamiento URIARTE CCST-50, pletina de seccionamiento, bornes de conexión y accesorios incluidos	1	25,87	25,87
Mano de obra incluidos elementos necesarios para montaje	2,5	23,75	80.625
		Subtotal	1082.545

## 5.8.6 Resumen del centro de transformación

Nº de orden	Descripción	Precio t (€)
5,8,6,1	caseta prefabricada	7235
5,8,6,2	transformador	13175
5,8,6,3	aparamenta de BT	9926
5,8,6,4	cuadros de BT	23972,83
5,8,6,5	puesta a tierra del centro	2123,24
Subtotal		56432,07

## 5.9 Capítulo IX: Equipo de seguridad y salud

Nº de orden	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio u (€)	Precio t (€)
5.9.1		Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas.	6	4,25	25,5
5.9.2		Placa señalización PVC serigrafiada 50x30 cm, fijada mecánicamente.	6	12,35	74,1
5.9.3		Señal de seguridad triangular y soporte de 70 cm, normalizada, con trípode tubular, colocación y desmontaje según RD.485/97	3	14,56	43,68
5.9.4		Gafas protectoras contra impactos, incoloras	6	3,78	22,68
5.9.5		Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas	6	1,5	9
5.9.6		Protectores auditivos	12	3,12	37,44
5.9.7		Juego de tapones antirruído de silicona ajustables.	12	1,41	16,92
5.9.8		Chaleco de trabajo de poliéster-algodón	6	10,52	63,12
5.9.9		Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica	3	2,63	7,89
5.9.10		Cinturón portaherramientas	6	6,74	40,44
5.9.11		Mono de trabajo, de una pieza de poliéster-algodón	6	17,29	103,74
5.9.12		Par de guantes de uso general de maniobra	6	3,5	21
5.9.13		Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en 3 usos	6	38,45	230,7
5.9.14		Banqueta aislante maniobrar de aparamenta	1	150,5	150,5
5.9.15		Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante	3	5,75	17,25
5.9.16		Extintor de polvo químico ABC polivalente antigrasa de eficacia 34 <sup>a</sup> /233B, de 6 kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110 medida la unidad instalada	2	56,5	113
				Subtotal	976,96

## 5.10 Resumen del presupuesto de instalación

Nº de orden	Descripción	Precio total (€)
capítulo I	acometida	23795,85
capítulo II	cuadros eléctricos	67189,44
capítulo III	conductores tubos y bandejas	59090,20
capítulo IV	instalación tierra protección	1855,09
capítulo V	luminarias	77199,41
capítulo VI	interruptores y tomas de corriente	3864,84
capítulo VII	batería de condensadores	6601,37
capítulo VIII	centro de transformación	56432,07
capítulo IX	equipo de seguridad y salud	976,96
<b>Total presupuesto ejecución material</b>		<b>297005,23</b>
	Gastos generales 5%	14850,26
	Beneficio industrial 12%	35640,63
<b>Total presupuesto de contrata</b>		<b>347496,12</b>
	Honorarios proyecto 4%	11880,21
	Honorarios dirección de obra 4%	11880,21
<b>Total presupuesto proyecto</b>		<b>371256,54</b>

El total del Presupuesto de ejecución de material asciende a la cantidad de DOSCIENTO NOVENTA Y SIETE MIL SIETEMIL CINCO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS DE EURO (297005.23).

PAMPLONA,NOVIEMBRE 2013

Pablo Ayarra Larreta



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

SEGURIDAD E HIGIENE

Pablo Ayarra Larreta

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 14/11/2013



## 6. SEGURIDAD E HIGIENE

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO SEGURIDAD E HIGIENE.....	1
6.2 AUTOR .....	1
6.3 NÚMERO DE OPERATIVOS PREVISTOS .....	1
6.4 CONCEPTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	1
6.5 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN.....	2
6.6 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO .....	2
6.6.1 El trabajo .....	2
6.6.2 La salud.....	3
6.6.3 Los riesgos profesionales .....	3
6.7 CONDICIONES DE SEGURIDAD .....	5
6.7.1 Factores de seguridad en el lugar de trabajo.....	5
6.7.2 Máquinas y equipos de trabajo.....	5
6.7.3 Riesgo eléctrico .....	6
6.7.4 Riesgo de incendio .....	6
6.8 MEDIO AMBIENTE FÍSICO .....	7
6.8.1 Ruido .....	7
6.8.2 Vibraciones.....	7
6.8.3 Radiaciones .....	7
6.8.4 Condiciones termohigiénicas .....	8
6.9 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS .....	8
6.9.1 Contaminantes químicos.....	8
6.9.2 Contaminantes biológicos.....	8
6.10 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN.....	9
6.10.1 Medicina preventiva y primeros auxilios .....	9
6.10.2 Formación sobre seguridad.....	9
6.11 ESPACIO DE TRABAJO .....	10
6.12 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO .....	10
6.12.1 Normas generales .....	10
6.12.2 Prevención de accidentes por caídas .....	11
6.12.3 Prevención de accidentes oculares .....	11
6.12.4 Prevención de accidentes por corte.....	11
6.12.5 Prevención de accidentes por atrapamiento .....	11
6.12.6 Prevención con herramientas manuales.....	12
6.12.7 Prevención de accidentes en herramientas portátiles .....	12
6.12.8 Prevención en herramientas neumáticas .....	12
6.12.9 Prevención en herramientas general .....	12
6.12.10 Prevención en almacenamiento .....	13
6.12.11 Prevención en accidentes eléctricos .....	13

## 6. Seguridad e higiene

### 6.1 Objeto del estudio seguridad e higiene

De acuerdo a lo establecido en el artículo **4.1.a del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre** es obligatorio elaborar un estudio de seguridad e higiene.

A efectos de lo dispuesto en el apartado **2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997**, el estudio básico deberá definir:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### 6.2 Autor

La orden de encargo correspondiente, designa al Ingeniero Pablo Ayarra Larreta, como encargado redactor del Proyecto y del estudio básico de seguridad y salud.

### 6.3 Número de operarios previstos

El número total de trabajadores en obra se calcula en diez por lo que no se prevé que haya nunca más de diez simultáneamente. De ellos, no todos han de usar los mismos equipos de protección individual, el uso de los mismos dependerá de las tareas y funciones que tengan encomendadas. En este número quedan englobadas todas las personas intervinientes en el proceso con independencia de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

### 6.4 Conceptos básico de seguridad y salud en el trabajo

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y salud laboral y a la prevención de los riesgos derivados del trabajo. Se definen los principales objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

Conceptos básicos:

- La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que le rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.
- La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Conocidas las definiciones de seguridad y salud, deben verse los posibles riesgos derivados del trabajo, identificarlos en los diferentes edificios que conforman el presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar el riesgo de daño a personas o bienes.

## 6.5 Riesgos generales y su prevención

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y/o electromagnéticas.

Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales.
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Caídas al mismo nivel.

Para determinar las medidas de seguridad es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

## 6.6 Riesgos profesionales y factores de riesgo en el trabajo

### 6.6.1 El trabajo

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio. Buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal ect.

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).



Aunque las formas de entender el trabajo han variado a lo largo de la historia, el trabajo presenta dos características fundamentales, que han de controlarse adecuadamente, de lo contrario aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.

## 6.6.2 La salud

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental y social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

## 6.6.3 Los riesgos profesionales

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La ley de prevención de Riesgos Laborales lo describe así:

“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el peligro, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. Han de diferenciarse los siguientes términos.

A- Condiciones de trabajo:

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo. Se enumeran a continuación:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos, biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de los riesgos.
- Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto un trabajador.

## B- Factores de riesgo:

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador. El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

B1-Condiciones de seguridad: Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente de trabajo.

- Lugar y superficie de trabajo.
- Máquinas y equipos de trabajos.
- Riesgos eléctricos.
- Manipulación, transporte,...

B2-Medio ambiente físico del trabajo: Aparecen de forma natural o modificados por el proceso de producción.

- Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
- Iluminación.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Radiaciones (ionizantes o no).

B3-Contaminantes: Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:

- Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
- Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.

B4-Exceso de carga física o mental: Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.

- Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.
- Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,.....).

B5-Factores organizativos que afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc. Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:

- Seguridad en el trabajo.
- Higiene industrial.
- Medicina del trabajo.
- Psicosociología.
- Ergonomía.

Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.

## 6.7 Condiciones de seguridad

### 6.7.1 Factores de seguridad en el lugar de trabajo

En el trabajo ha de cumplir siempre:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección.
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación.
- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

### 6.7.2 Máquinas y equipos de trabajo

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados.

Para disminuir la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:

- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores.
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados.
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.

### 6.7.3 Riesgo eléctrico

Existen dos tipos de contacto eléctrico:

- Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para evitar en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos se debe:

- Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- Aislar con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

### 6.7.4 Riesgo de incendio

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse de la situación de las canalizaciones de agua, gas y electricidad, como instalaciones básicas o de cualquier otra de distinto tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo.

En caso de encontrar canalizaciones de gas o electricidad, se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados.

Se establecerá un programa de trabajo claro que facilite un movimiento ordenador en el lugar de los mismos; de personal, medios auxiliares y materiales. Es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar.

Para paliar los riesgos de explosión de un espacio subterráneo se tomarán las siguientes medidas de seguridad:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables.
- No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación, antes de tener constancia de que ha desaparecido el peligro.
- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores del aire.

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible (cualquier sustancia capaz de arder).
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión).
- Fuente de calor (foco de calor).
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego).

Factores a tener en cuenta en la actuación contra incendio:

- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones.
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...

- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación

## 6.8 Medio ambiente físico

### 6.8.1 Ruido

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:

- Frecuencia: es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- Intensidad: fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de precisión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

### 6.8.2 Vibraciones

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo. Pueden producir varios efectos:

- Muy baja frecuencia (menos de 2 Hz): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...)
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 Hz): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas)
- Alta frecuencia (de 20 a 300 Hz): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores.

### 6.8.3 Radiaciones

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

- Radiaciones ionizantes: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos g, partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su órbita.
- Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo.
- Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos, provocando desde náuseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.
- Radiaciones no ionizantes: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no producen la ionización de la materia). Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel, hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.



## 6.8.4 Condiciones termo-higiénicas

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa.
- Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor, o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.

## 6.9 Contaminantes químicos y biológicos

### 6.9.1 Contaminantes químicos

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transporte, fabricación, almacenamiento o uso.

Las vías de entrada en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca, laringe, pulmones...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo más las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones.

Los efectos de estos contaminantes son:

- Irritantes, hinchazón de la zona de contacto.
- Asfixiantes, impiden la llegada de oxígeno a las células y alteran los mecanismos oxidativos biológicos.
- Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
- Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.
- Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
- Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
- Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia).
- Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

### 6.9.2 Contaminantes biológicos

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.

## 6.10 Planes de emergencia y evacuación

### 6.10.1 Medicina preventiva y primeros auxilios

#### - Medicina preventiva:

Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que trata la medicina del trabajo y la higiene industrial. Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa, quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.

#### - Primeros auxilios:

Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia según el número de trabajadores situado en los aseos, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.

Como Centros Médicos de urgencia próximos a la obra se señalan los siguientes:

#### - **ZIZUR:** Centro de Salud (Ambulatorio)

Parque Erreniega 26, 31180 Zizur Mayor, 948 286292  
Distancia: 3,2 km

#### - **ECHAVACOIZ:** Centro de Salud (Ambulatorio)

San Raimundo S/N, 31009 Pamplona, 948 198338  
Distancia: 4,8 Km

#### - **ASTRAIN / ZIZUR:** Consultorio

Plaza Concejo 2, 31190 Astrain / Zizur, 948 353285  
Distancia: 5,7 Km

#### - **PAMPLONA:** Hospital Virgen del Camino

Calle Irunlarrea 4, 31008 Pamplona – 948 42 94 00  
Distancia: 6,5 Km.

### 6.10.2 Formación sobre seguridad

El Plan se especificará en el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que éstos conozcan el plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad. El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.

## 6.11 Espacio de trabajo

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

## 6.12 Normas implantadas en el presente proyecto

### 6.12.1 Normas generales

1. Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
2. Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
3. Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
4. El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
5. El tránsito de personal por el taller debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.
6. Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
7. Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
8. Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriaguez.
9. No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
10. En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
11. Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
12. No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar virutas.
13. Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
14. En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de protección personal.
15. No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.
16. Para la extracción de líquidos corrosivos, deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores, sifones,...
17. Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.

### 6.12.2 Prevención de accidentes por caídas

1. Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
2. Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
3. No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
4. Señalizar y/o tapar los huecos que suponga riesgos de caídas.
5. Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
6. Si se debe acceder a algún punto de altura, emplear plataformas o escaleras perfectamente apuntadas, pero nunca se deben encaramar a las máquinas o estanterías, ni emplear taburetes, sillas, mesas o cajas, etc.
7. Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.

### 6.12.3 Prevención de accidentes oculares

1. Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
2. El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
3. Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.
4. El uso de las gafas es obligatorio cuando se trabaja con máquinas que carecen de protección contra la proyección de partículas.

### 6.12.4 Prevención de accidentes por corte

1. En la manipulación de tablonos se deben emplear toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
2. Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
3. El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablonos punzantes, cortantes o con aristas vivas.
4. Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

### 6.12.5 Prevención de accidentes por atrapamiento

1. Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
2. Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.
3. No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.



4. Se debe tener precaución con el movimiento de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.

### 6.12.6 Prevención con herramientas manuales

1. Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
2. Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
3. Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.

### 6.12.7 Prevención de accidentes en herramientas portátiles

1. Los enchufes y alargaderas eléctricos deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
2. Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
3. Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
4. En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
5. Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50V.
6. En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es reemplazarlos por otros nuevos

### 6.12.8 Prevención en herramientas neumáticas

1. Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ellos se deben revisar periódicamente.
2. Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
3. Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
4. No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

### 6.12.9 Prevención en herramientas general

1. Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones que se han de realizar y su correcto empleo.
2. Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.



3. No se debe iniciar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas.
4. En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo bien ajustada al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o sueltos los extremos.

### 6.12.10 Prevención en almacenamiento

1. Al almacenar los materiales se deberá cuidar:
  - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contra incendio, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.
  - Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal, pasillos, etc.
  - Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.
2. Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes.
3. Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
4. Tipo de apilado:
  - Cruzado: Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
  - De bidones: De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como suponte y protección.

### 6.12.11 Prevención de accidentes eléctricos

- Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por uno nuevo.
- Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto:
  1. Desconectar la corriente.
  2. Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
  3. Practicar la respiración artificial inmediatamente.
  4. Avisar al médico.
- Las cinco reglas de oro contra riesgos eléctricos:
  1. Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica hay que asegurarse de su perfecto estado.



2. Para utilizar un aparato o instalación eléctrica, sólo se deben manipular los elementos de mando previstos para tal fin.
3. No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentran mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.
4. En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
5. En caso de avería de la instalación o de la herramienta, se debe llamar al electricista, no se debe utilizar la instalación y se ha de impedir que otros la utilicen.

PAMPLONA, Noviembre 2013

Pablo Ayarra Larreta



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

## BIBLIOGRAFÍA

Pablo Ayarra Larreta

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 14/11/2013



## 7. BIBLIOGRAFÍA

7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS .....	1
7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS .....	2

## 7. Bibliografía

### 7.1 Reglamentos, normativas y publicaciones

Para la realización de este proyecto se han debido de consultar, los reglamentos, normativas y libros que a continuación se exponen:

- Reglamento Electrónico de Baja Tensión (R.D.842/2002, de 2 agosto 2002)
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Colección de Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de energía Eléctrica.
- Normas Tecnológicas de la edificación. Código Técnico de la Edificación.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “ Iberdrola distribución eléctrica”
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para C.T. conectados a redes de tercera categoría (UNESA)
- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed. McGraw-Hill.
- LUMINOTECNIA enciclopedia CEAC de electricidad, cuyo autor es D. José Ramírez Vázquez.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997.
- Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Fernando Martínez Domínguez. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. José García Trasanco. Ed. Paraninfo.
- Técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas de media y baja tensión. José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca, Enrique Iglesias Álvarez. Ed. Paraninfo.
- Desarrollo de instalaciones electrotécnicas en los edificios. Jesús Trashorras Montecelos. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en baja tensión. Narciso Moreno Alfonso. Ed. Thomson.
- Manual Práctico de Iluminación. Franco Martín. AMV Ediciones.
- Instalaciones eléctricas de baja tensión comerciales e industriales. Ángel Lagunas Marqués. Ed. Paraninfo.
- Libro de DIBUJO ELÉCTRICO, de Esquemas de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión de José Javier Crespo Ganuza e Iñaki Ustarroz Irizar.
- Catálogos Aparamenta de BT de Schneider: Interruptores automáticos, diferenciales, contactores y bases de corriente.
- Catálogo Schneider: armarios eléctricos.
- Catálogo de lámparas y luminarias PHILIPS
- Catálogos legrand : Alumbrado de emergencia.
- Catálogos legrand : Mecanismos, cajas de registro.



## 7.2 Páginas Web

Las páginas web de los fabricantes de los distintos materiales utilizados para realizar el proyecto se describen a continuación:

- **PHILIPS:** Todo tipo de lámparas y luminarias para cualquier determinado local.

<http://www.lighting.philips.com/>

- **LEGRAND:** Lámparas y luminarias de emergencia y señalización. Tomas de corriente. Caja para tomas de corriente. Placa de montaje para tomas de corriente...

<http://www.legrand.es/>

- **PRYSMIAN:** Cables eléctricos desde Muy Alta Tensión hasta Muy Baja Tensión para aplicaciones terrestres, aéreas y submarinas.

<http://www.es.prysmian.com/>

- **MERLIN GERIN:** Todo tipo de productos y sistemas de distribución eléctrica. Celas del centro de transformación, interruptores automáticos, magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, transformadores de potencia...

<http://www.schneiderelectric.es/>

<http://www.merlengerin.es/>

- **VOLTIUM:** Catálogo multimarca del sector eléctrico, con información sobre las normativas y reglamentos del mundo de la instalación.

<http://www.voltium.es/>

- **Generador de precios:**

<http://www.generadordeprecios.info/>

PAMPLONA, Noviembre 2013

Pablo Ayarra Larreta